RAZzies

Maandblad van de Radio Amateurs Zoetermeer



September 2018

Met in dit nummer:

- Directional Couplers
- Opa Vonk: Mobielset aansluiten
- LoRa Deel 2
- HF Sweeper
- Afdelingsnieuws

Colofon

RAZzies is een uitgave van de Radio Amateurs Zoetermeer. Bijeenkomsten van de Radio Amateurs Zoetermeer vinden plaats op elke tweede en vierde woensdag van de maanden september - juni om 20:00 uur in het clubhuis van de Midgetgolfclub Zoetermeer in het Vernède sportpark in Zoetermeer.

Website:

http://www.pi4raz.nl

Redactie:

Frank Waarsenburg
PA3CNO
pa3cno@pi4raz.nl

Informatie:

info@pi4raz.nl

Kopij en op- of aanmerkingen kunnen verstuurd worden naar razzies@pi4raz.nl

Nieuwsbrief:

http://pi4raz.nl/maillist/subscribe.php

Van de redactie

Laten we even vaststellen dat ik geen tekenaar ben. En die heb ik ook niet om dit blad te illustreren: ik ben maar alleen. Geen verdere redactieleden, geen opmakers, design specialisten, columnisten of tekenaars. Just me. Dus als ik een plaatje nodig heb om iets te verduidelijken of te verfraaien, Google ik op het onderwerp en zoek iets waarmee ik mijn verhaal kan verduidelijken. Aangezien het bijna altijd over technische onderwerpen gaat, is de kans dat het een plaatje van een andere amateur betreft, redelijk groot. Zo ook de voorpagina waarop de 20m loop uit het artikel over die loop te zien was. De reactie van de amateur in kwestie naar mij was niet mals. Op een dusdanige manier, dat het me de lol van het schrijven aardig heeft ontnomen. Het kost me een enorme hoop tijd om dit blad te maken, en ik doe het omdat ik dat leuk vind en via de Opa artikelen hoop dat ook beginnende amateurs gestimuleerd worden om over de materie na te denken. Maar de fut is er nu wel uit, en ik denk er ernstig over na om mijn beperkte tijd voortaan in mijn eigen experimenten te stoppen in plaats van in dit blad maken. Gelukkig weet ik deze maand tenminste wél waar de foto vandaan komt: dit is de opstelling van Hans-Jurgen, PD1AHM, met zijn KX3 met 2m-converter. 3W out in een 7 element Yagi van Wimo, opgesteld net ten noorden van Anjum aan de Waddenzee. En hij was vereerd dat ik de foto wilde plaatsen...

Directional Couplers

Al knutselend aan mijn Automatische Antenne Tuner kwam ik aan bij het moment dat de Directional Coupler gebouwd moest worden. Dat is het onderdeel van de tuner die feitelijk de staande golven meet (de SWR) en de microprocessor van de noodzakelijke informatie voorziet over de te nemen acties. Nou had ik in een ver verleden wel eens mijn 27MHz SWR meter uit elkaar geschroefd, uit pure nieuwsgierigheid hoe zo'n ding er nou uitzag van binnen, en daar zag ik een stel geleiders parallel lopen. Maar gaandeweg mijn voortschrijdend technisch inzicht kwam ik er achter dat er meerdere wegen naar Rome leiden - in casu: er zijn meerdere ontwerpen Directional Couplers. Een echt amateur vraagt zich dan af: Waarom werkt het? En hoe werkt het? Dat heb ik geprobeerd in dit artikel samen te vatten zonder te vervallen in bakken formules die je óf toch overslaat, óf meteen weer vergeet.

Om te beginnen: Wat is een Directional Coupler? Een Directional Coupler is een elektronisch component met vier poorten. Het ding wordt meestal gebruikt om een ingangssignaal te splitsen: hij koppelt een deel van het doorgaande vermogen naar een aparte poort, via een bepaalde koppelfactor. Directional Couplers worden in veel toepassingen gebruikt zoals meetapparatuur, vermogensmonitoring en

andere toepassingen.

Directional Couplers vallen in de categorie Passieve reciproke (omkeerbare) netwerken. Een Directional Coupler wordt gebruikt voor het isoleren, elimineren of combineren van signalen. De vier poorten van de Directional Coupler zijn:

- Input
- Output (Transmitted)
- Coupled (Forward)
- Isolated (Reverse)

Een speciale uitvoering wordt gevormd door exemplaren waarbij het ingangsvermogen wordt verdeeld tussen de Output en Coupled poorten in een verhouding die de Coupling Ratio genoemd wordt. Afhankelijk van de gekozen toepassing zijn specifieke parameters van zo'n Directional Coupler belangrijk. De parameters/specificaties die het meest van belang zijn, zijn de Coupling Ratio (koppelfactor), transmissie verlies, kleine afwijkingen in de koppelfactor over een bepaald frequentiegebied, grote richtingsgevoeligheid en het toegestane vermogen. In de meeste gevallen zijn voor Directional Couplers de volgende parameters belangrijk: Grote richtingsgevoeligheid (directivity), goede impedantie en grote bruikbare bandbreedte. Maar de prestaties van een Directional Coupler worden bepaald aan de hand van de directivity factor (de mate waarin hij heen- en teruggaande signalen kan scheiden). Er zijn verschillende typen Directional Couplers zoals enkel of dubbel directioneel, coaxiaal, golfpijp en zelfs gecombineerde types.

Ik heb me in dit artikel gericht op de in de amateurwereld drie meest voorkomende basistypen Directional Couplers, te weten:

- de Coupled Transmission Line Coupler
- de Tandem Match Coupler
- de Bruene Bridge

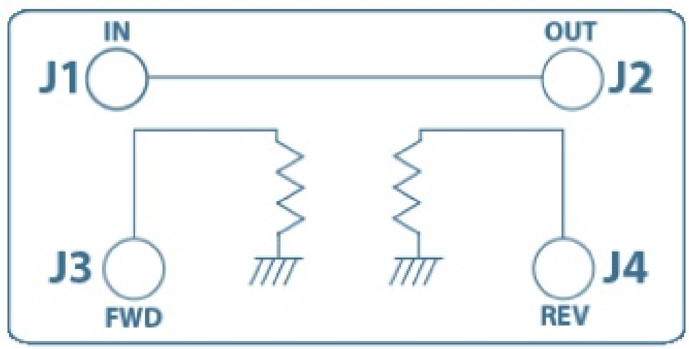
De meeste Directional Couplers die je in de praktijk tegenkomt zijn wel te herleiden tot een van deze drie typen.

Coupled Transmission Line Coupler

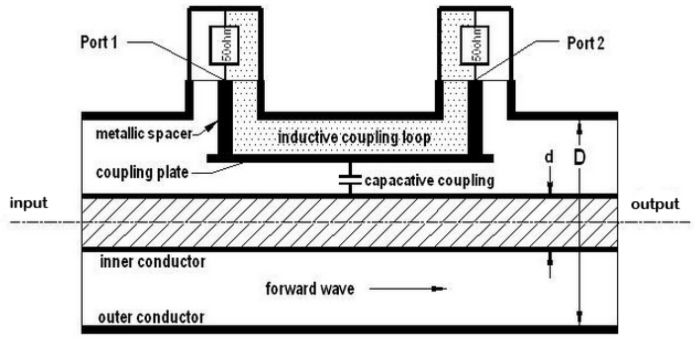
Deze zie je ook wel uitgevoerd als Stripline coupler. De opzet is als volgt:



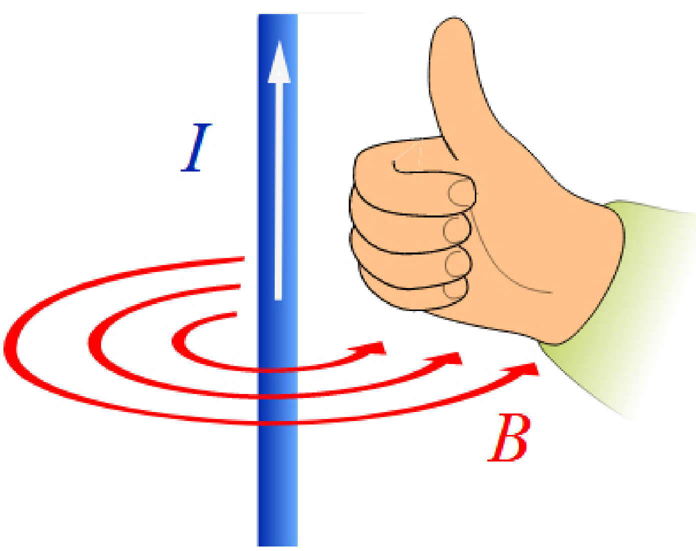
Een Bi-Directionele Coupler bestaat uit een hoofdgeleider en een gekoppelde geleider. Beide einden van de gekoppelde geleider dienen als gekoppelde poorten. Een Bi-Directioneel ontwerp monitort zowel het heengaande (forward) als het teruggaande (reverse) vermogen. De richtingsgevoeligheid van dit ontwerp is echter afhankelijk van goed met 50Ω afgesloten coupled poorten (J3 en J4).



Dual Directional Couplers worden gemaakt door twee Bi-Directionele Couplers rug aan rug te zetten met een gemeenschappelijke transmissielijn en interne weerstanden om de gekoppelde geleiders af te sluiten. Daardoor krijg je zowel een forward coupled poort als een reverse coupled poort die onderling een hoge signaal isolatie hebben. Die hoge signaal isolatie is kritisch voor het nauwkeuring meten van het forward en reverse vermogen. Aangezien de afsluitweerstanden in het ontwerp gebouwd zijn, wordt de richtingsgevoeligheid van de forward poort van de coupler niet beïnvloed door de aanpassing op de reverse poort en omgekeerd.



Coaxiale Directional Couplers maken gebruik van het feit dat de richting van het elektrische veld (E-veld) tussen binnen- en buitengeleider gelijk is voor de heengaande en teruggaande golf. Echter, het magnetische veld (H-veld), dat zich vormt rond de binnengeleider van de coaxiale geleider heeft een tegengestelde richting voor de heengaande en teruggaande golf. Denk aan de kurkentrekkerregel: de duim van je rechterhand geeft de richting van de stroom aan, en je gekromde vingers vormen dan de richting van het magneetveld. Draait de stroom om, dan gaat ook het magneetveld de andere kant op. We gaan dat verder verduidelijken aan de hand van het plaatje bovenaan de pagina.



Kurkentrekkerregel...

Het HF vermogen dat van de ingang naar de uitgang gaat resulteert in een radiaal elektrisch veld (loodrecht op de binnengeleider) van de binnen- naar de buitengeleider (massa) en een circulair magnetisch veld tussen binnen- en buitengeleider.

Een klein deel van het elektrische veld koppelt capacitief van de binnengeleider naar de koppelgeleider (coupling plate). Daardoor ontstaat er een HF spanning tussen deze geleider en massa en een HF stroom die via de geleidende metalen spacers gelijkmatig via de twee 50Ω weerstanden naar massa loopt. Deze spanning die als gevolg van de capacitieve koppeling ontstaat is op beide poorten gelijk en positief. In het vervolg noemen we deze spanning $+V_{cap}$.

Zoals ik al schreef wekt de heengaande golf daarnaast een circulair magnetisch veld op, dat met de klok mee draait als je in de richting van de stroom kijkt. Dit magnetisch veld bevindt zich rond de binnengeleider en wordt begrensd door de buitengeleider. Een klein deel van het magnetisch veld dringt door tot de koppel-geleider. De koppelgeleider, bestaande uit de coupling plate, de twee metalen afstands-busjes, de twee weerstanden en de massa tussen de weerstanden (zie tekening), vormen een gesloten stroomkring. De zogenaamde magnetische flux tussen de coupling loop induceert een stroom I_{ind} in deze gesloten stroomkring. Deze stroom genereert een positieve spanning $+V_{ind}$ op poort 1, en loopt vervolgens door de weerstand aan poort 1. Na door de weerstand gelopen te zijn, loopt de geïnduceerde stroom I_{ind} verder door de massa en dan door de weerstand aan poort 2. De richting van deze stroom door de weerstand aan poort 2 is tegengesteld aan de stroom door de weerstand aan poort 1. Dat leidt tot een negatieve spanning $-V_{ind}$ op poort 2, alvorens de stroom terugloopt naar de coupling plate.

Als je de afmetingen van het geheel zo kiest dat V_{cap} en V_{ind} gelijk zijn in amplitude en fase, dan resulteert dat in twee keer de spanning op poort 1 omdat je dan V_{cap} en V_{ind} mag optellen, terwijl het optellen van V_{cap} en $-V_{ind}$ op poort 2 resulteert in nul Volt. In dit geval koppelt de heengaande golf een deel van het vermogen naar poort 1, terwijl er niets terecht komt op poort 2.

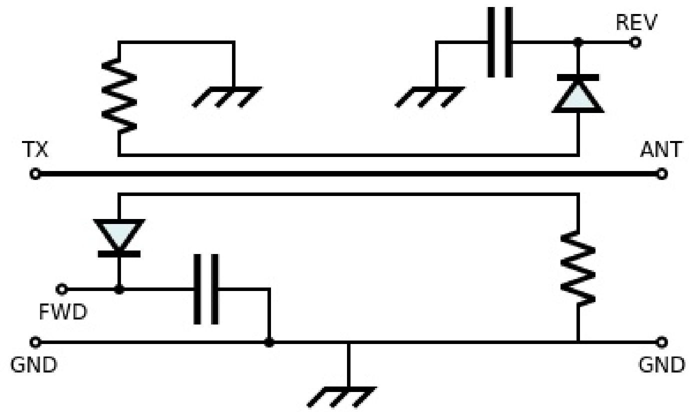
In de praktijk vind je nooit de ideale condities zoals ik net beschreef. Als V_{cap} en V_{ind} niet precies gelijk zijn, dan koppelt de heengaande golf ook een beetje vermogen naar poort 2. En op dezelfde manier komt een beetje van de teruggaande golf ook op poort 1 terecht.

Koppelt de heengaande golf bijvoorbeeld een duizendste van zijn vermogen naar poort 1, dan heeft de Directional Coupler een koppelfactor van –30 dB. Nemen we in dit voorbeeld verder aan dat we dan –65 dB meten op poort 2 (in plaats van in het ideale geval -∞ dB) vanwege een kleine afwijking tussen capacitieve en inductieve koppeling (zelfs met een ideale aanpassing van de hoofdgeleider zodat er geen teruggaande golf is). In dat geval is er een verschil in de koppeling tussen poort 1 en poort 2 van 35 dB. Deze factor wordt de directivity (richtingsgevoeligheid) van een Directional Coupler genoemd, en dat is in dit voorbeeld dus 35 dB.

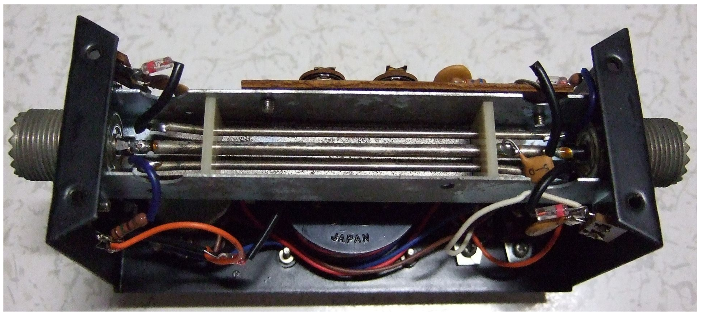
De directivity is dus een maatstaf voor hoe goed de capacitieve en inductieve koppeling van een Directional Coupler overeenkomen in amplitude en fase. Een goede Directional Coupler heeft een directivity van 30 dB, beter is 35 tot 40 dB. Na de uitleg over de twee spanningen V_{cap} en V_{ind} in de voorafgaande tekst, kan je je voorstellen dat niet alleen de opbouw van de coupling loop maar ook de kwaliteit en de gelijkheid van de twee 50Ω weerstanden een grote invloed hebben op de directivity van de Directional Coupler.

Samenvattend: je hebt nu gezien hoe een Directional Coupler werkt, en in het bijzonder hoe een Directional Coupler de heengaande en teruggaande golf apart kan meten. Het principe is dus de combinatie van een elektrisch veld en een magnetisch veld, waarbij het elektrische veld gelijk is voor heen- en teruggaande golven, maar het magnetische veld tegengesteld. Dit principe geldt voor alle Directional Couplers.

Dan nu de praktijk. Hoe ziet zo'n Coupled Transmission Line Coupler er eigenlijk uit. Nou, zo:



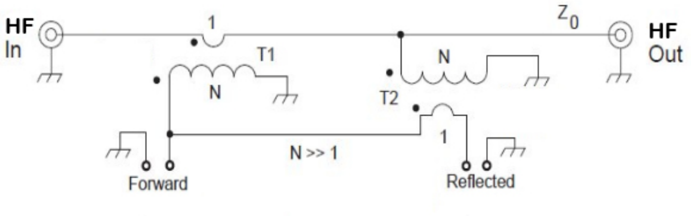
Dit is dus de Dual uitvoering met een aparte koppeling voor Forward en Reverse. En een mogelijke praktische uitvoering is deze:



Het nadeel van een Coupled Transmissionline is dat de koppeling nogal frequentie afhankelijk is. Dat is als je b.v. vermogen wilt meten niet erg handig. Daarom zijn er andere principes bedacht om een coupler te maken.

Tandem Match (Stockton Bridge)

De Tandem Match coupler (ook wel Stockton Bridge) bestaat uit twee transformatoren. De eerste, T1, wordt gebruikt als stroomtransformator en neemt een beetje stroom af van de doorgaande stroom, terwijl de tweede, T2, gebruikt wordt als spanningstransformator en een beetje van de spanning afneemt. Aangezien de transformatoren identiek zijn, worden stroom en spanning in dezelfde verhouding omlaag getransformeerd, waardoor de impedantie constant blijft. De schakeling is perfect symmetrisch en alle poorten hebben dezelfde impedantie.



Overigens wordt de impedantie niet direct door de coupler bepaald: er zit immers geen weerstand in. De impedantie wordt uitsluitend bepaald door de karakteristieke impedantie van de verbinding tussen HF In en HF Out en door de belastingsweerstanden op de Reverse en Forward poorten, die dezelfde waarde moeten hebben als de karakteristieke lijnimpedantie (50Ω bijvoorbeeld).

De twee transformatoren worden zo verbonden dat voor een lopende golf van IN naar OUT de signalen bij elkaar opgeteld worden op de Forward poort en elkaar opheffen op de Reverse poort. In mijn automatische antennetuner in aanbouw wordt een Tandem Match gebruikt. De enkele wikkeling wordt gevormd door een stuk RG58 kabel die door een FT50-2 kern gestoken is, en N is in mijn geval 40 windingen met 30AWG draad (dat is 0,25mm doorsnede, maar ik had 30AWG op voorraad, ooit een keer besteld bij Kits and Parts).

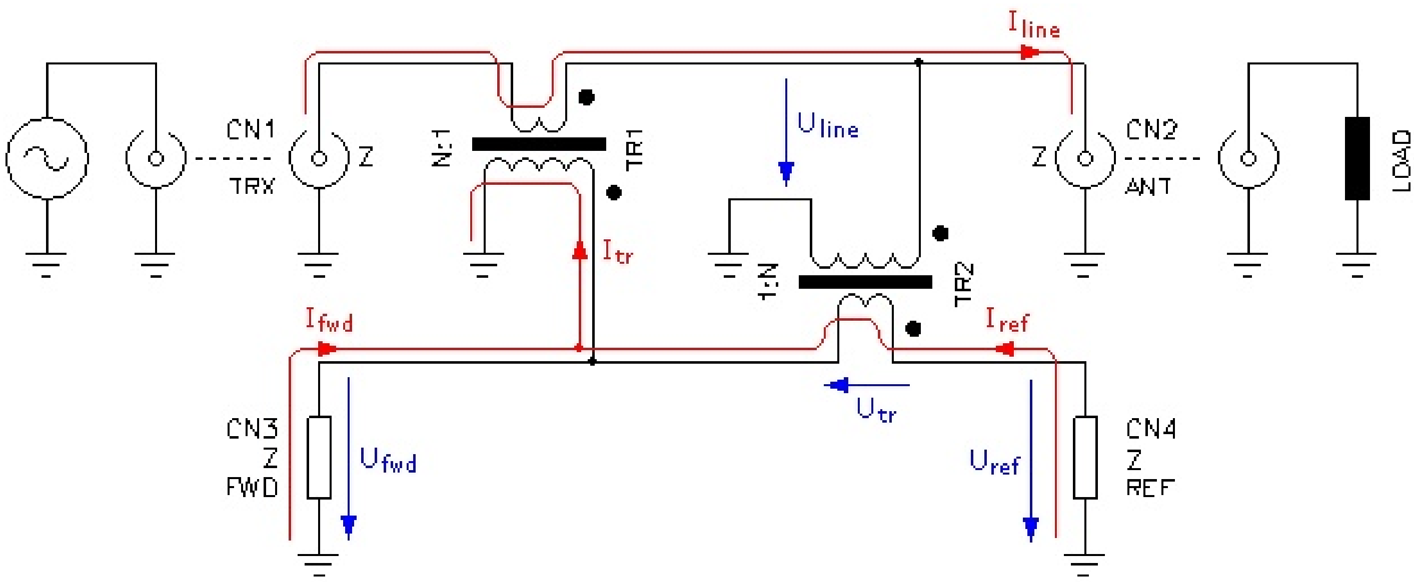
Hoe het werkt

Om beter te kunnen begrijpen hoe het werkt, kijken we apart naar de heengaande en teruggaande golf. Aangezien alles lineair is, geldt het superpositiebeginsel, wat betekent dat we de twee gevallen apart mogen bekijken en dat bij elkaar nemen als er sprake is van reflectie (teruggaande golf). Vanwege datzelfde superpositiebeginsel kunnen we ook apart de door T1 geïnduceerde stroom en de door T2 geïnduceerde spanning beschouwen en dan later bij elkaar optellen. Dat vereenvoudigt het verhaal aanzienlijk. En dat wordt nog moeilijk genoeg zonder formules...

Laten we er vanuit gaan dat op een bepaald moment de spanning U_{line} op de doorgaande geleider positief is en dat de stroom loopt van CN1 (de generator) naar CN2 (de belasting) zoals in onderstaande tekening te zien is. Laten we ook aannemen dat er twee identieke reële impedanties Z verbonden zijn met CN3 en CN4 en dat deze impedanties dezelfde waarde hebben als de lijnimpedantie Z.

Denk eraan dat in de gebruikte notatie een positieve spanning weergegeven wordt door een pijl die in dezelfde richting wijst als het elektrische veld: van "+" naar "–". Een positieve stroom wordt eveneens weergegeven door een pijl lopend van "+" naar "–". Voor de duidelijkheid, stromen zijn weergegeven in rood en spanningen in blauw.

Laten we eerst naar de spanning kijken: TR2 werkt als spanningstransformator en brengt de spanning een factor N omlaag, waarbij N de wikkelverhouding is (in mijn geval 40). Op de secundaire wikkeling staat dan een factor 40 minder spanning dan op de doorgaande verbinding. Aangezien de twee weerstanden op CN3 en CN4 in serie lijken te staan en identiek



zijn, krijgt ieder de helft van de spanning maar met tegengestelde polariteit (net als bij de Transmission Line Coupler): op FWD staat als gevolg van deze transformatie -1/80 van de spanning op de doorgaande verbinding, en op de REF poort staat +1/80. Dat is dus nog niet het hele plaatje, want we moeten de bijdrage van de stroomtransformator nog meenemen.

Kijken we nu naar de bijdrage van de stroom: TR1 werkt als stroomtransformator waarbij op de secundaire wikkeling (die met de 40 windingen) een stroom geïnduceerd wordt die 40 keer kleiner is dan de stroom in de doorgaande geleider. Als we alleen naar de heengaande of teruggaande golf kijken, dan zijn spanning en stroom in fase, en de relatie daartussen wordt bepaald door de impedantie Z. De stroomrichting zie je weer in het plaatje. Zowel CN3 als CN4 hebben dezelfde impedantie Z en staan schijnbaar parallel, waardoor elk de helft van de stroom voor zijn kiezen krijgt. Denk eraan dat dit niet de totale stroom door de weerstanden is! De stroom door de FWD belasting is nu -1/80 van de hoofdstroom, en in de REF belasting is dat eveneens -1/80. Tel je nu de spanning als gevolg van de spanningstransformatie op bij de spanning die veroorzaakt wordt door de stroomtransformatie, dan zal blijken dat op CN3 -1/40 van de spanning op de hoofdgeleider staat, en op CN4 helemaal niets. Het "-" teken geeft aan dat de spanning op CN3 180° uit fase is ten opzichte van de hoofdgeleider.

Dit type coupler is heel populair voor frequenties vanaf een paar kHz tot ruwweg 100..200 MHz. Als je de coupler op hoge frequenties gebruikt is het wel een goed idee om afgeschermde transformatoren te gebruiken om capacitieve koppeling tussen primaire en secundaire wikkeling te voorkomen. Aangezien één wikkeling gewoonlijk maar 1 winding heeft, wordt daarvoor meestal een afgeschermde kabel (coax) gebruikt waarvan de afscherming maar aan 1 kant verbonden is met massa. Het is in dat geval belangrijk om niet ook de andere kant aan massa te leggen, want dan heeft je transformator een kortgesloten winding!

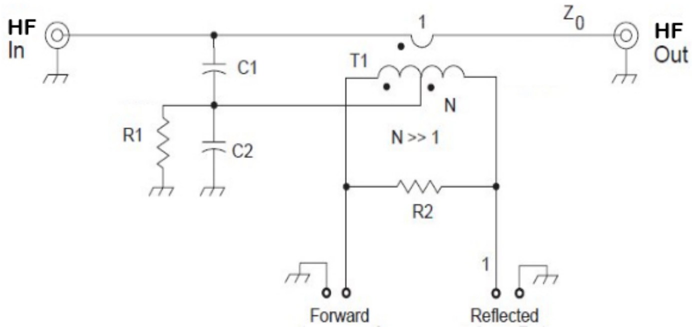
Ook koppeling tussen de transformatoren onderling moet voorkomen worden, door gebruik van ringkernen, het plaatsen van een metalen scherm tussen de transformatoren, of beide.

Je moet ervoor zorgen dat de impedantie van de transformatorwikkeling (die met de meeste windingen) veel groter is dan de karakteristieke impedantie van de transmissielijn. Dat bepaalt namelijk je ondergrens in frequentie. En je moet ervoor zorgen dat de eigenresonantie van dezelfde wikkeling hoog genoeg is, want dat bepaalt de bovengrens van het frequentiebereik. Wat dat betreft is die 40 windingen aan de krappe kant: volgens de mini Ring Core Calculator is de reactantie van een T50-2 met 40 windingen bij 3,5MHz slechts 172Ω. En op 1,8MHz is dat nog eens de helft...

Aangezien lineairiteit heel belangrijk is, moet je je ervan verzekeren dat de transformatoren niet in de verzadiging gaan en dat hun kernen zeer kleine hysterese verliezen hebben. Daarom is een verstandige keuze van het kernmateriaal en de doorsnede daarvan een must.

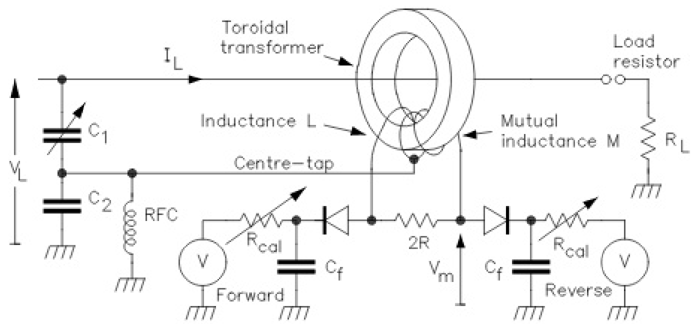
Bruene bridge

Een ander bekend type directional coupler is de Bruene bridge. Deze werd door Collins al in 1960 toegepast in hun Wattmeters. Het schema daarvan ziet eruit als volgt:



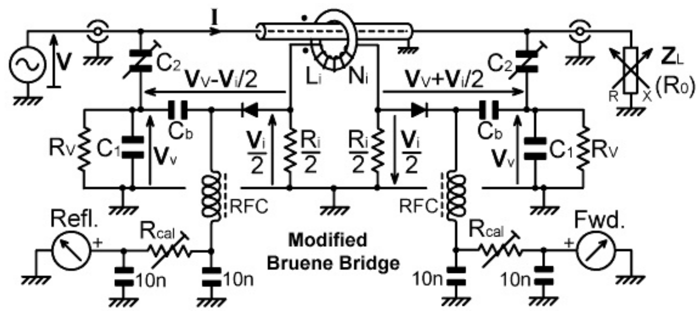
Met de kennis die we nu al hebben, is het vrij makkelijk om te zien wat hier gebeurt. Ook hier is sprake van een stroomtransformator T1, die een stukje stroom uit de hoofdgeleider omlaag transformeert. Die stroom veroorzaakt over R2

een spanning, waarbij R1 ervoor zorgt dat het midden van T1 op massa blijft. C1 en C2 vormen een capacitieve spanningsdeler. De spanning van die deler wordt opgeteld bij de spanning die over de uiteinden van T1 komt te staan en dus ook opgeteld bij de door de stroom veroorzaakte spanning over R2. Is de Forward aansluiting positief, dan is Reflected uiteraard negatief. Tel je daar de spanning van de deler bij op, dan wordt Forward nog positiever en bij de juiste dimensionering van de spanningsdeler komt de spanning op de Reflected aansluiting op nul. Bij de teruggaande golf geldt het omgekeerde en wordt de Reflected uitgang positief waar de spanning op de Forward uitgang gecompenseerd wordt door de spanning op de spanningsdeler en dus nul is. Eigenlijk hetzelfde als bij de andere couplers. De uitvoering van de Bruene bridge verschilt nog wel eens. Een paar mogelijkheden:

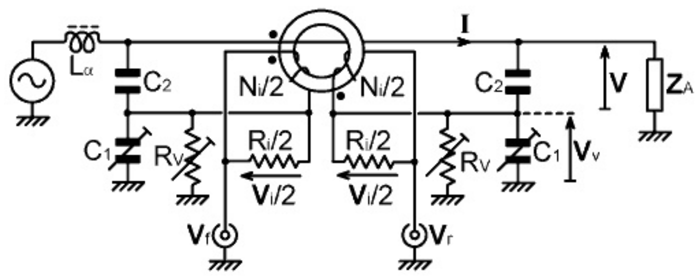


Dit is een SWR-meter uitvoering van de Bruene bridge. Zoals je ziet wordt de uitkoppel wikkeling niet bifilair gewikkeld, maar als één wikkeling met midden-aftakking. Overigens wijst G3YNH op een serieus probleem met deze uitvoering: "Merk op dat de hierboven getoonde dual bridge-schakeling een ernstige tekortkoming vertoont in een van de meest populaire implementaties; dat is die waarin het spannings-bemonsteringsnetwerk C1, C2 een capacitieve spanningsdeler met een hoge impedantie is, de forward en reflected uitgangspoorten zijn afgesloten met diodedetectoren, en de schakeling wordt gebruikt om twee meters tegelijkertijd aan te sturen. Wanneer de belasting RL op de juiste manier op de kabel is afgestemd, zal de forward uitgangsspanning groot zijn en de detector hard aansturen, waardoor de output van de capacitieve spanningsdeler afneemt, vooral bij lage frequenties. Dit zal de balansvoorwaarde voor de reflected vermogensbrug verstoren en aanleiding geven tot een foute aanwijzing. In wezen werkt de capacitieve spanningsdeler niet goed bij lage frequenties wanneer deze wordt gebruikt om twee afzonderlijke meters aan te sturen, omdat het een slecht ontworpen uitbreiding is van een schakeling die bedoeld is om met een enkele meter te werken, met een schakelaar om te kiezen tussen forward en reflected aanwijzing."

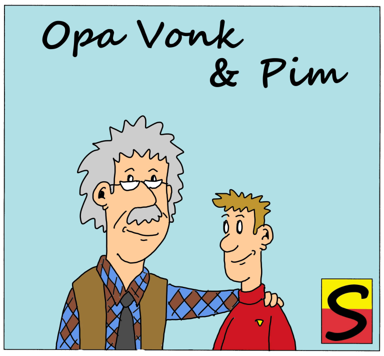
De oplossing? De spanningsdeler dubbel uitvoeren:



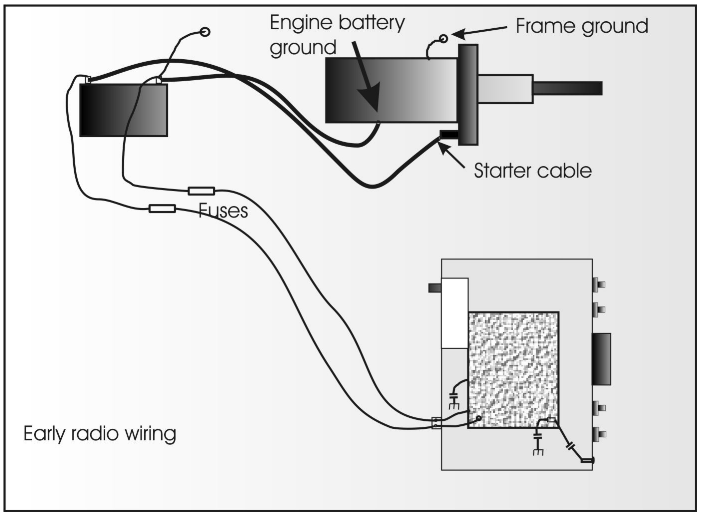
Merk op dat de secundaire wikkeling nu niet is uitgevoerd met middenaftakking, maar dat er nu twee weerstanden naar massa zijn gebruikt - feitelijk heeft de weerstand over de secundaire wikkeling nu een middenaftakking die aan massa ligt... Maar het kan ook met twee secundaire wikkelingen, waardoor de smoor-spoelen komen te vervallen:



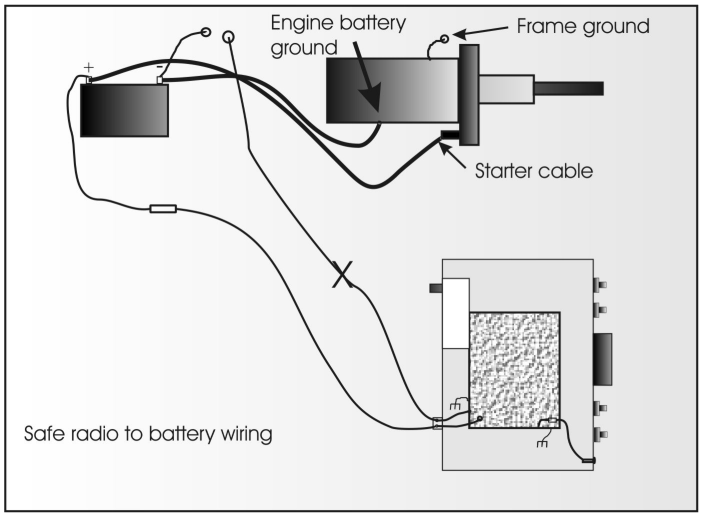
De RAZ Wattmeter (zie RAZzies december 2013) maakte gebruik van deze brigde voor HF, en van de Coupled Transmission Line Coupler voor de VHF/UHF meetkoppen. De automati-sche antennetuner waar ik mee bezig ben gebruikt weer de Tandem Match. Het is maar net wat voor jou het beste werkt. Met deze informatie moet je nu in staat zijn om zelf een goede SWR/vermogensmeter te maken.



Pim kwam Opa's piephok binnenlopen met in zijn handen een stuk rood/zwart draad met aan het ene uiteinde een aanstekerplug en aan de andere kant een plug die - voor zover Opa het zo snel kon beoordelen - voor een Yaesu transceiver bedoeld was. "Wat ben je daarmee van plan?" vroeg Opa. "Ik wilde als we straks met vakantie gaan, een kleefvoet op papa's auto zetten zodat we met papa's broer contact kunnen houden als we naar Zuid Frankrijk rijden", zei Pim. Opa fronste zijn wenkbrouwen, een veeg teken, wist Pim inmiddels. Waarom gebruik je daar geen PMR portofoons voor?" vroeg Opa. Pim verkleurde een beetje. "Doen we ook, maar ik wilde bij ons de FT857 erin zetten, zodat we wat meer bereik hebben", stamelde Pim. "Wat meer bereik", schamperde Opa. "Denk je dat het veel zin heeft om tientallen Watts in jullie auto te zetten, terwijl je oom antwoordt met 500mW in een rubber sigarenpeuk", zei Opa. "Trouwens, dat draad wat je daar in je handen hebt, is veel te dun om een FT857 te voeden. Als dat draad al niet in de fik gaat met de stromen die er in een FT857 gaan lopen, is de spanningsval waarschijnlijk veel te hoog. Enig idee hoeveel dat kan zijn?" vroeg Opa. Pim schudde van nee. "Het hangt uiteraard van de draaddikte af, maar als je 3 meter 2,5mm^2 gebruikt, het soort waarmee stopcontacten bedraad wordt, dan verlies je bijna 0,5Volt als je er 20A doorheen haalt. Wat jij daar hebt is zo te zien 0,75mm^2, wat ook aan schemerlampen zit. En daarmee verlies je over 3 meter draad 1,5Volt bij 20A. Hoe was je van plan die set aan te sluiten?" vroeg Opa. "Ik weet het nog niet zeker", zei Pim. "Via de sigarettenaansteker die nu aan het snoer zit, is het makkelijkst. Maar ik heb me ook laten vertellen dat je beter een zender rechtstreeks op de accu aan kunt sluiten, juist vanwege spanningsval en storing". "Dat is gedeeltelijk waar", zei Opa. "Uiteraard weet je niet wat voor bedrading er aan de aansteker zit. Als er één apparaat niet kritisch is in een auto, is het de aansteker wel. Daarnaast is de aansteker in veel moderne auto's maar met 10A gezekerd, voldoende voor navigatiesystemen of telefoonladers. Dat de spanning een Volt of wat in elkaar zakt, ligt een aansteker niet wakker van. Je hebt spanningsval over de aanstekerplug zelf, spanningsval over de schuifstekkertjes waar die dingen vaak mee zijn aangesloten, spanningsval over de zekering, over de bedrading, alles bij elkaar telt dat aardig op. Dat zou ervoor pleiten om de set rechtstreeks op de accu aan te sluiten. Maar ik zie dat er alleen een zekering in de plus van het snoer zit, en niet in de min", zei Opa. Pim keek verbaasd. "Zekering in de min? Waar is dat nou voor nodig? Een zekering in de plus is toch genoeg?" zei hij. "Dat hangt er maar net vanaf hoe je de set gaan monteren en aan gaat sluiten. Laten we er eens vanuit gaan dat je de set netjes met een beugel rechts onder het handschoenenvak vastmaakt, want je vader zal dat ding niet los door de auto willen hebben slingeren. Dan is de set dus keurig geaard via het chassis van de auto. En laten we er ook eens vanuit gaan dat je 'm rechtstreeks op de accu aansluit, dus niet via de aanstekerplug. Dat scheelt je een hoop spanningsval en wellicht ook storing die over de gemeenschappelijke massaverbindingen loopt. Als er nu in je set wat mis gaat, gaat er een hoop stroom lopen via de plus, en dan terug via de min en misschien deels door de montagebeugel naar het chassis, afhankelijk van de verdeling van de weerstand. Wordt de stroom hoger dan de waarde van de zekering, dan zal deze wel doorsmelten. Tot zover is dat volgens het boekje. Maar als de verbindingskabel van de minpool van de accu naar het motorblok of chassis gecorrodeerd is waardoor daar meer weerstand ontstaat, en je start de motor, dan zal een min of meer groot deel van de startstroom van de startmotor via het chassis naar de set gaan, en via de direct aangesloten kabel van de set naar de accu. Startstromen kunnen 100-150A zijn, en je kunt je voorstellen dat je set daar niet tegen kan. Dan is een zekering in de min van de voeding wel handig. En dan nog heb je kans dat de bedrading in de set eerder weg is dan de



Zekering in de min bij directe verbinding met de accu.



De veilige manier: aarden bij de accu.

zekering. Een soortgelijk probleem kan ook ontstaan als de antenne vast op de auto bevestigd is. In jouw geval hebben we het over een kleefvoet, en die heeft geen galvanische verbinding met het dak, maar een vast op de auto gemonteerde antenne heeft dat vaak wél. En dan kan het probleem ook ontstaan als de set niet met het chassis verbonden is door een ophangbeugel, maar gewoon los ligt. In dat geval gaat de startstroom via het chassis naar de antennevoet, door de afscherming van de coax naar de set en weer via de min-draad naar de accu. Dat kan een verwoestend effect op je set hebben. Maar hoe dan wel?

Zie het plaatje rechts boven. De plus-draad is direct op de accu aangesloten. Op die manier lopen er geen andere stromen dan die van de set door de plus-draad, wat het vermijden van storing ten goede komt. Daarnaast betekent het ook dat de set aan blijft als het contact uitgezet wordt. De min-draad wordt nu niet direct op de accu aangesloten, maar op een punt op het chassis dat zo dicht mogelijk bij de accu aansluiting zit. Wordt nu de min-draad onderbroken, dan loopt er alleen de stroom van de set door de overblijvende massaverbindingen zoals ophangbeugels en buitenmantel van de coax, maar geen andere stromen. En is de min-draad van accu naar chassis gammel en je start, dan zakt de spanning wel in elkaar, maar er is nu geen terugweg voor de stroom via de set naar de accu. Dus: gebruik je een aanstekerplug, dan is de plus zekeren voldoende. Sluit je de set rechtstreeks op de accu aan, met zowel plus als min, dan moet je de min ook zekeren. De veiligste manier voor je set is de plus rechtstreeks op de accu aansluiten, en de min op een punt zo dicht mogelijk bij de accu, maar niet onder dezelfde montagebout als die van de accukabel! Anders heb je alsnog de kanst dat je de set opblaast als de minleiding naar het chassis corrodeert", besloot Opa. "Het is wonderlijk hoe u van zoiets als het aansluiten van twee draden weer een hele lezing kunt maken", zei Pim. "Maar ik zal er rekening mee houden. En misschien heeft u wel gelijk. Wat heeft het voor zin om 50W in de ene auto te stoken, waar de andere maar 500mW heeft. Twee PMR's is misschien wel zo makkelijk", zei hij, en rolde het bosje draad weer op voordat hij Opa's piephok weer uitwandelde.

LoRaWan

Robert de Kok, PA2RDK

Inleiding

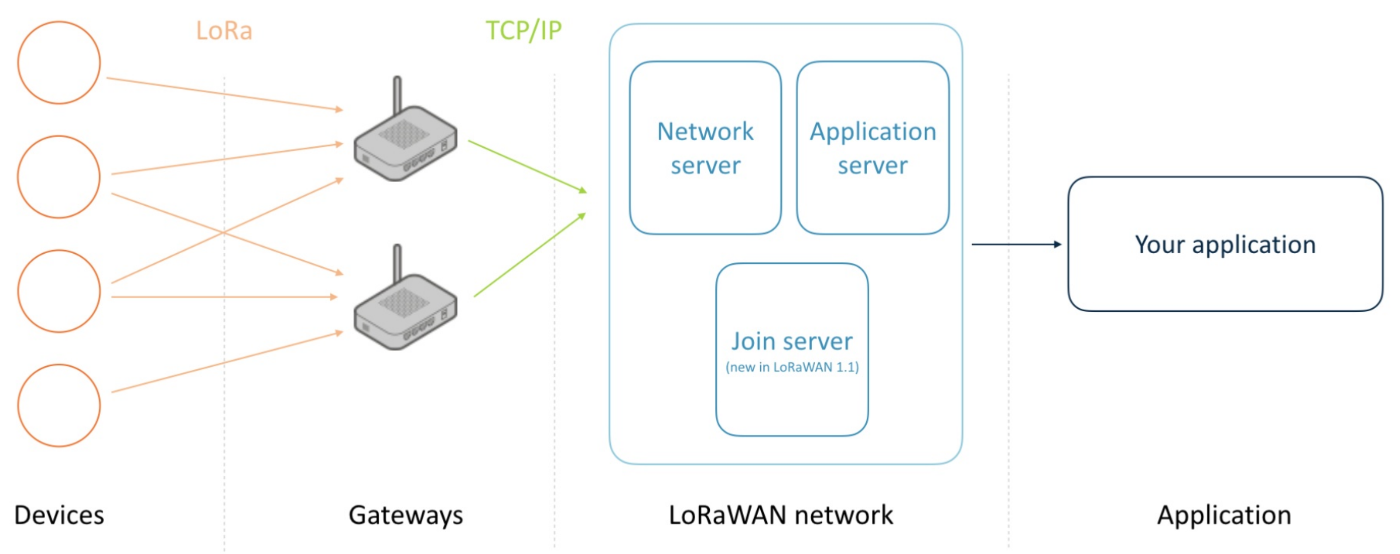
LoRaWAN is de samenvoeging van LoRa en WAN (Wide Area Network). Het beschrijft de mogelijkheid om met LoRa een WAN te maken, zodat een LoRa node overal ter wereld is uit te lezen. In het OSI-model is LoRaWAN de tweede (MAC of Datalink) laag. Behalve LoRaWAN bestaat er nog een tweede ‘protocol stack’ nl. Symphony Link. Deze wordt vooral industrieel gebruikt en zullen we verder niet behandelen.

In plaats van LoRaWAN kom je ook de naam LPWAN tegen. LPWAN staat voor Low Power Wide Area Network. LoRaWAN is een LPWAN netwerk, maar er bestaan meer LPWAN mogelijkheden, zoals via het 4G netwerk en BLE (Bluetooth Low Energy).

De basis van een LoRaWAN is een publiek beschikbare server waar de (meet)resultaten van de verschillende LoRa nodes op worden verzameld en beschikbaar gemaakt voor eenieder die de informatie mag en kan gebruiken. De data moet echter van de LoRa nodes op deze server terecht komen en dat wordt geregeld door gateways. Een gateway ontvangt dus het bericht van een LoRa node en stuurt het bericht door aan de server. De analogie met het APRS-netwerk is bijna 100%: de node is de APRS-zender in de auto, de gateway is de APRS-iGate en de server is de website aprs.fi.

Door verschillende commerciële telecomproviders wordt een LoRaWAN netwerk aangeboden waarvan middels een abonnement of prepaid model gebruik gemaakt kan worden. Het afrekenmodel is per verzonden en ontvangen bericht. Maar er bestaan ook verschillende niet-commerciële communities.

Een ervan is het Nederlandse initiatief ‘thethingsnetwork.org’. Dit is een succesvol internationaal netwerk met al meer dan 4000 gateways in tientallen landen. Meer dan 40000 hobbyisten en professionele gebruikers maken gebruik van het netwerk en dragen eraan bij. Deze bijdrage is een belangrijk aspect van de community, het netwerk valt of staat met een



Topology of a LoRa network

dichtmazig netwerk van gateways. Met een theoretisch bereik van 10 km zou voor een betrouwbare dekking in huis en buiten in een matrix van 3 km wel een gateway moeten staan. Niet alleen de gateways, ook het forum is van onschatbare waarde als je op zoek bent naar (technische) informatie over LoRa. Neem maar eens een kijkje op de website van TTN.

We zijn niet gebaat bij een wildgroei aan gateways, dus voor je een eigen gateway gaat bouwen, kijk even op de kaart op de website van TTN of de buurman niet al een gateway in de lucht heeft gezet. Als er al een gateway bij je in de buurt staat, kun je het bouwen van een gateway ook laten en direct doorgaan naar ‘mijn eerste LoRa node’. Gateways zijn per definitie bedoeld voor publiek gebruik, dus je mag er van uit gaan dat een gateway ook door jouw node gebruikt kan en mag worden.

Een gateway activeren

Een LoRa gateway is echter geen eenvoudig projectje, ga maar na; we hebben 9 kanalen, 6 spreadingfactors, 4 codingrates en 7 bandbreed-tes. Theoretisch zijn dit 1512 mogelijkheden welke de gateway moet kunnen ontvangen en uitzenden. Lang niet alle combinaties worden gebruikt en in de praktijk hebben we het over enkele tientallen mogelijkheden, maar toch een uitdaging.

Het kan om te beginnen een stuk eenvoudiger. Zeker als je vooral zelf wilt gaan testen en een gateway voor eigen gebruik nodig hebt, zonder verder een nuttige bijdrage te leveren aan het netwerk van gateways, kun je een één-kanaal gateway bouwen of kopen. Omdat een overdaad aan variabelen bij het experimenteren en testen niet bevorderlijk is voor succes heb ik bij onze vriend Ali voor €60,- een Dragino LG01 open source één-kanaal gateway gekocht. Een lief kastje met daarin een Arduino Yun en een LoRa chip.

Een Arduino Yun is een leuk speeltje, het bestaat uit een ‘standaard’ Arduino Uno gecombineerd met een mini Linux computertje. De Arduino kan met de Linux computer praten en zodoende gebruik maken van de kracht van de Linux computer. In plaats van een fysieke seriële poort heeft de Arduino een draadloze seriële poort via het wifinetwerk welke wordt herkend door de Arduino software.



Het idee dat ik het aantal variabelen naar beneden zou brengen door het kopen van een kant-en-klaar kastje bleek een illusie. In de Linux distributie zat een bug, de voorbeelden voor de benodigde sketch voor de Arduino waren verouderd en praatten niet met het Linux deel en alle goedbedoelde YouTube filmpjes gingen ook over andere versies van de software. Maar ze waren in China uitermate bereidwillig en na een paar dagen debug informatie heen en weer gestuurd te hebben was de site van Dragino voorzien van werkende software en deed mijn gateway het. Er zijn op het internet veel methodes beschreven voor het maken van een 1 kanaal gateway. Ik beschrijf de mogelijkheid met de Dragino maar wil hiermee niets afdoen aan de andere mogelijkheden.

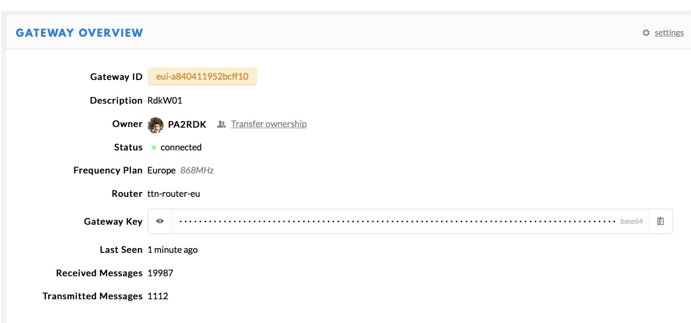
De praktijk

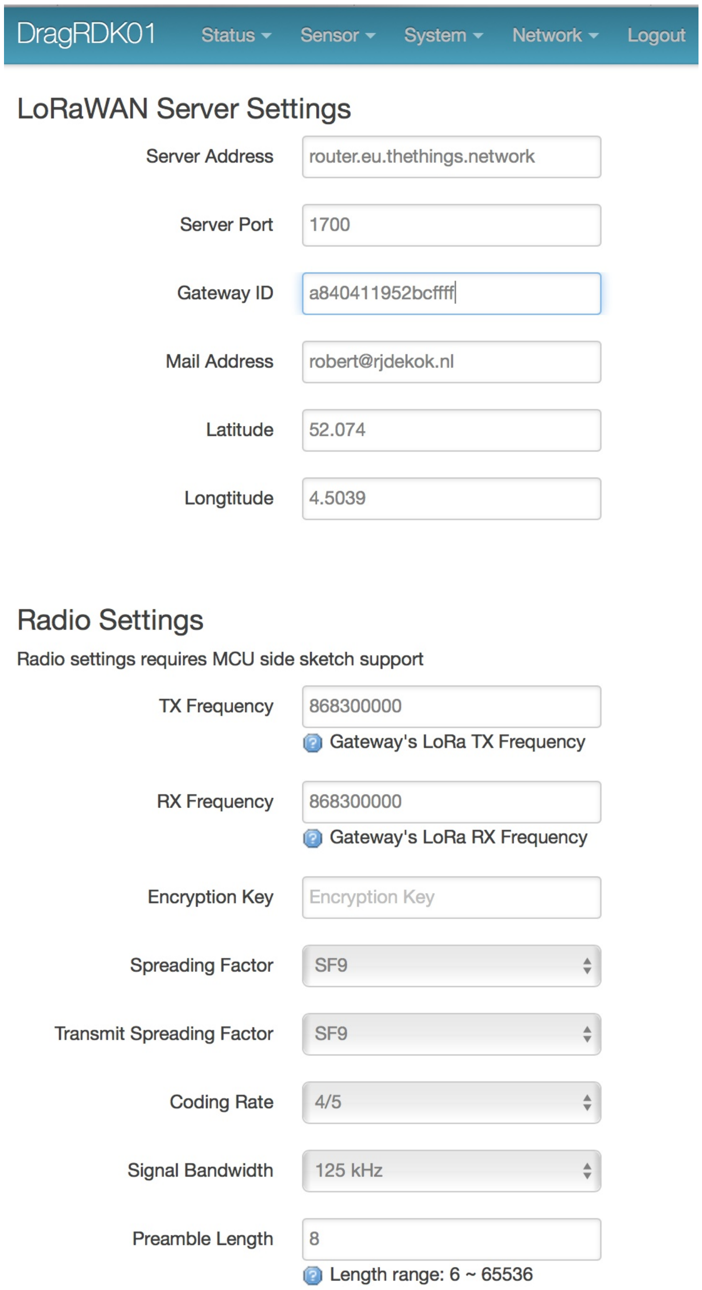
Het manual van de Dragino is hier te vinden. Gebruik deze handleiding om de Dragino aan te melden op jouw WiFi of bedraad netwerk. Voordat je echter de Dragino gaat configureren als gateway, zijn er een aantal stappen te zetten. In de Dragino zit een Arduino Yun. Deze bestaat uit een Linux computer en een Arduino Uno. De firmware van de Linux machine dient te

worden geüpdatet. De laatste versie (4.3.4) van de firmware is hier te vinden (***dragino-IoT--v4.3.4-squashfs-sysupgrade.bin***). In de Dragino in het menu System – Backup/Flash firmware kun je de laatste versie van de firmware installeren. Echt doen, want er zit een gemene fout in versie 4.3.3 van afgelopen maart die mij een hoop tijd heeft gekost.

In het Arduino deel gaat de gateway software draaien, tenminste het deel dat de berichten ontvangt van de LoRa module en eventueel berichten terugstuurt naar de LoRa. Het uitwisselen van de berichten met het netwerk gebeurt in het Arduino deel. Je kunt de instructie volgen, maar een eenvoudigere methode is als volgt: kies in het menu ***Sensor – Flash MCU*** en upload de file ***single_pkt_fwd_v003.ino.hex*** die ook hier te vinden is. Open hier de handleiding voor de installatie van de Dragino als gateway voor thethingsnetwork.org. (TTN) en volg de instructie voor het maken van een ***gateway in TTN-console***. Volg de instructie bij ***Configure LG01 LoRa radio parameters*** en vervolgens ***Configure LoRaWAN server***. Mijn instellingen staan hiernaast afgebeeld. Uiteraard dienen gateway ID, mailadres en latitude/longitude conform jouw gegevens te worden ingesteld. Het gatewayID is het MAC adres van de Dragino (onderop de Dragino) gevolgd door FF FF.

De radioinstellingen zijn vrijer te interpreteren, gebruikelijke RX en TX-frequenties zijn 868.1, 868.3 of 868.5 MHz. De spreadingfactor is 9, 10 of 12, met een voorkeur voor 9. De Codingrate is vrijwel altijd 4/5 en de meest gebruikte bandbreedte is 125kHz. De invloed van de preamble is mij nog niet duidelijk en lijkt ook niet kritisch. Kies geen andere dan de genoemde frequenties, want dit zijn de geldige LoRa kanalen.





Als alles goed is ingesteld, zal je in TTN zien dat de gateway connected is. Eventueel dien je de Dragino een keer opnieuw op te starten.

Mijn eerste LoRa node

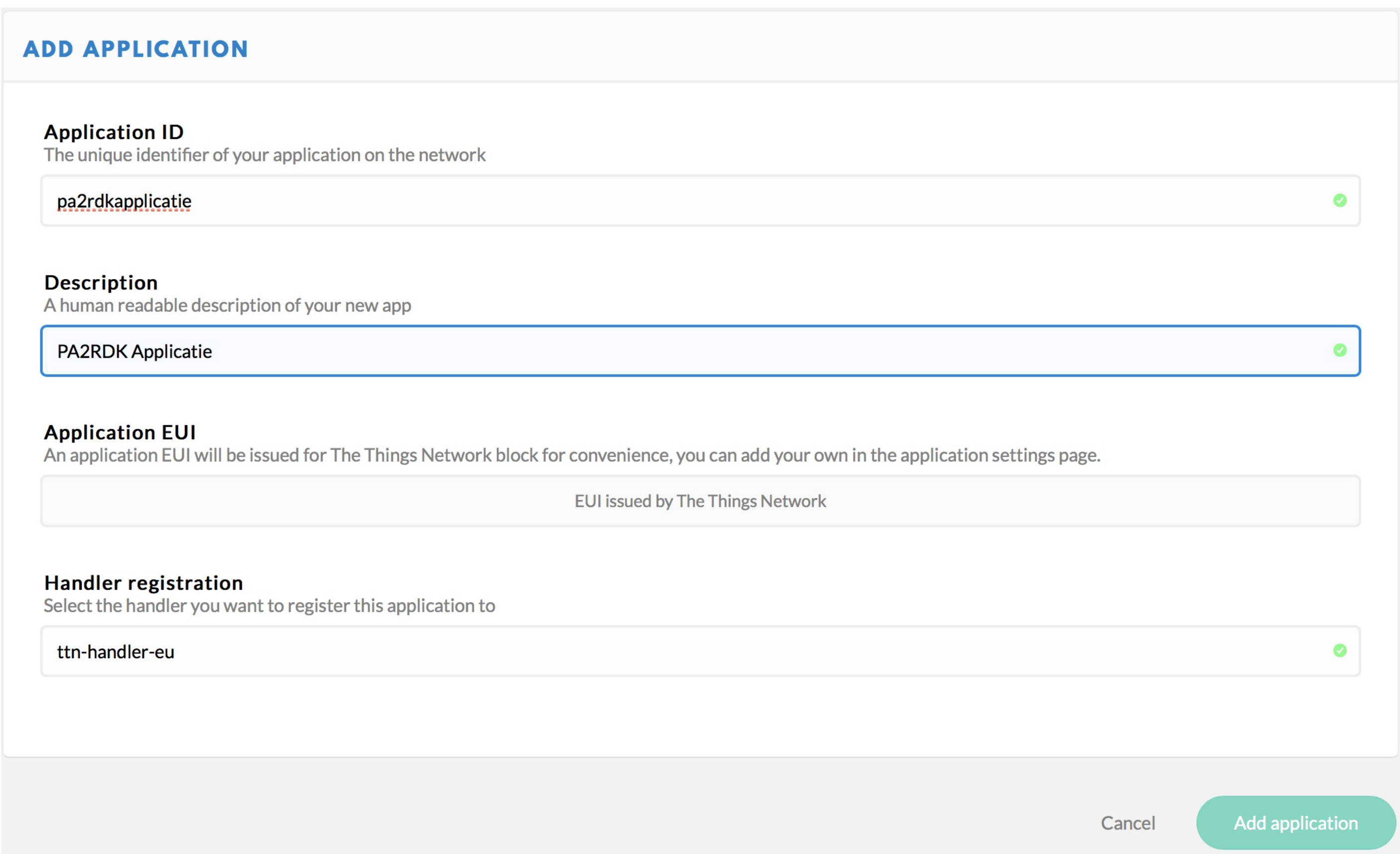
Een eerste toepassing welke ik in gedachte had was een GPS tracker. In vervolg op het APRS-project, leek mij een tracker zonder ingewikkelde antenneoplossingen en met een laag stroom-verbruik en een betrouwbare dekking wel leuk. Wellicht is het zelfs mogelijk om een koppeling

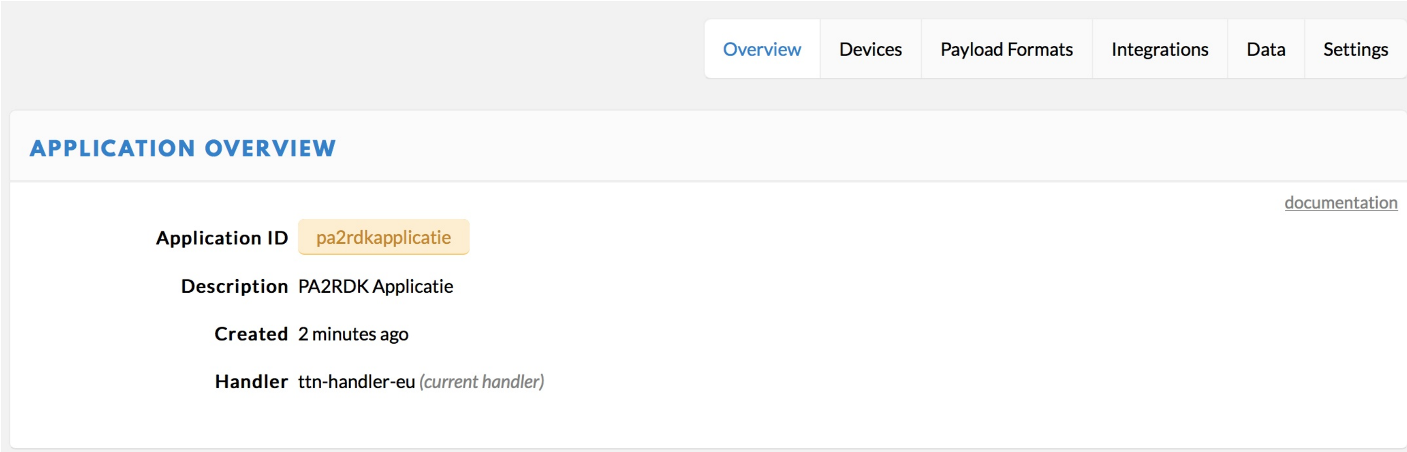
tussen het LoRa en APRS-netwerk te realiseren.

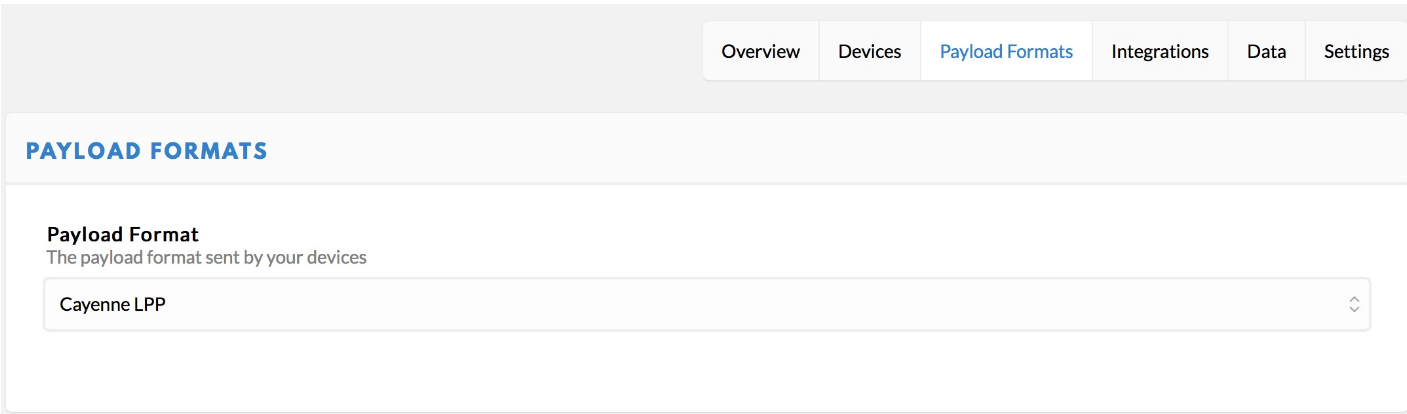
De GPS tracker wilde ik bouwen met de LoRa32U4 module, zoals genoemd in het eerste artikel. In tegenstelling tot de gewone LoRa berichten, zijn LoRaWAN berichten wel iets complexer, er is hierbij security middels het gebruik van certificaten geïmplementeerd. Een van de meest gebruikte Arduino libraries hiervoor bleek LMIC, geschreven door IBM. LMIC is in veel smaken te vinden op het internet, de door mij gebruikte versie is hier te downloaden. LMIC is een erg grote library, dit maakt het een uitdaging om nog meer bruikbare code in de 32U4 te zetten.

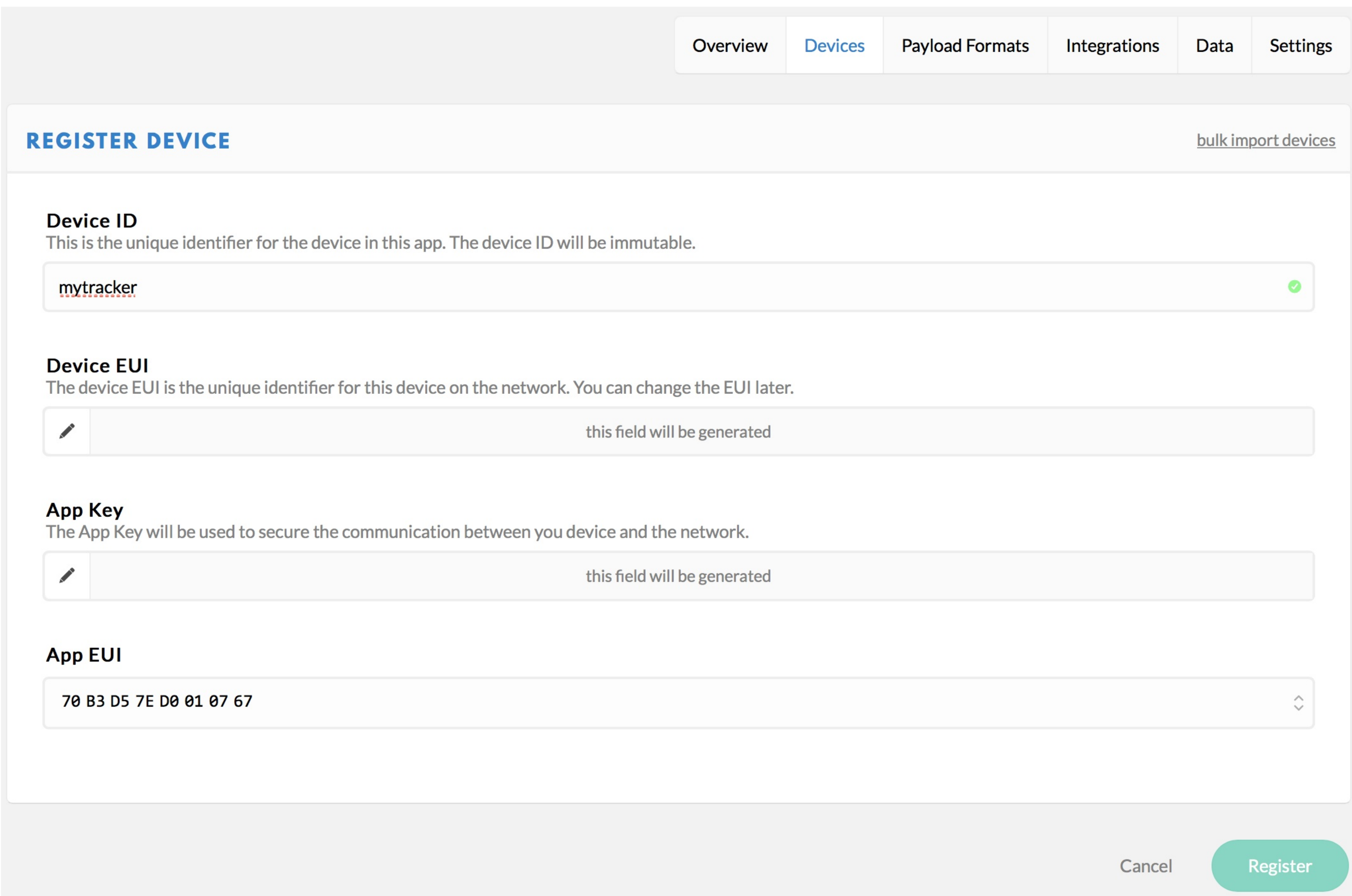
Om ervoor te zorgen dat we de berichten ergens heen kunnen sturen is de nodige configuratie noodzakelijk. Allereerst dienen we in TTN een applicatie aan te maken. Ga hiervoor in TTN in de console naar applicaties en druk op ***add application***. Geef de applicatie een herkenbare naam en omschrijving. Ga vervolgens in de console naar applicaties, selecteer de aangemaakte applicatie en klik op ***Payload Formats***. Zet het formaat op Cayenne LPP. Later zal duidelijk worden waarom. Klik vervolgens op ***devices*** en op ***register device***. Geef de device een naam en kies bij device EUI en App Key ***'this field will be generated'***. Druk vervolgens op ***register***. Het device wordt aangemaakt.

Een scherm met de gegevens van het gegenereerde device wordt getoond. Standaard staat de activatie methode op 'OTAA', (Over The Air Activation). Druk op ***Settings***, verander de activatie methode naar ABP (Activation by Personalization) en zet het vinkje bij '***Frame Counter Checks***' uit. Druk vervolgens op de ***Save*** knop. Het device is nu aangemaakt. We hebben een eindpunt gemaakt waartegen de tracker kan gaan praten. Het wordt nu tijd Arduino te starten en de Arduino-LMIC library, low-power library en de TinyGPSPlus library te installeren. Beiden zijn hier te vinden. Op het internet is te vinden hoe je libraries in Arduino installeert. Open vervolgens de sketch 'GPS2LoRaWAN.ino' die hier kan worden gedownload. Nu kunnen het Device Address, de Network Session Key en de App Session Key worden gekopieerd in de sketch.




Overview
Devices
Payload Formats
Integrations
Data
Settings
APPLICATION OVERVIEW
documentation
Application ID
pa2rdkapplicatie
Description
PA2RDK Applicatie
Created
2 minutes ago
Handler
ttn-handler-eu (current handler)


Overview
Devices
Payload Formats
Integrations
Data
Settings
PAYLOAD FORMATS
Payload Format
The payload format sent by your devices
Cayenne LPP


Overview
Devices
Payload Formats
Integrations
Data
Settings
REGISTER DEVICE
bulk import devices
Device ID
This is the unique identifier for the device in this app. The device ID will be immutable.
mytracker
Device EUI
The device EUI is the unique identifier for this device on the network. You can change the EUI later.
this field will be generated
App Key
The App Key will be used to secure the communication between you device and the network.
this field will be generated
App EUI
70 B3 D5 7E D0 01 07 67
Cancel
Register

```
// LoRaWAN NwkSKey, network session key
static const PROGMEM u1_t NWKSKEY[16] = { 0x8F, 0x6C, 0xD4, 0x3A, 0x85, 0xE3, 0xCB, 0x53, 0xB1, 0xA1, 0x42, 0xBC, 0xE0, 0x8C, 0x51, 0xAF };

// LoRaWAN AppSKey, application session key
static const u1_t PROGMEM APPSKEY[16] = { 0x18, 0x9B, 0xC9, 0xFA, 0x17, 0xF7, 0x32, 0x41, 0x9B, 0x7A, 0x90, 0x7E, 0x1F, 0x67, 0x7D, 0xEF };

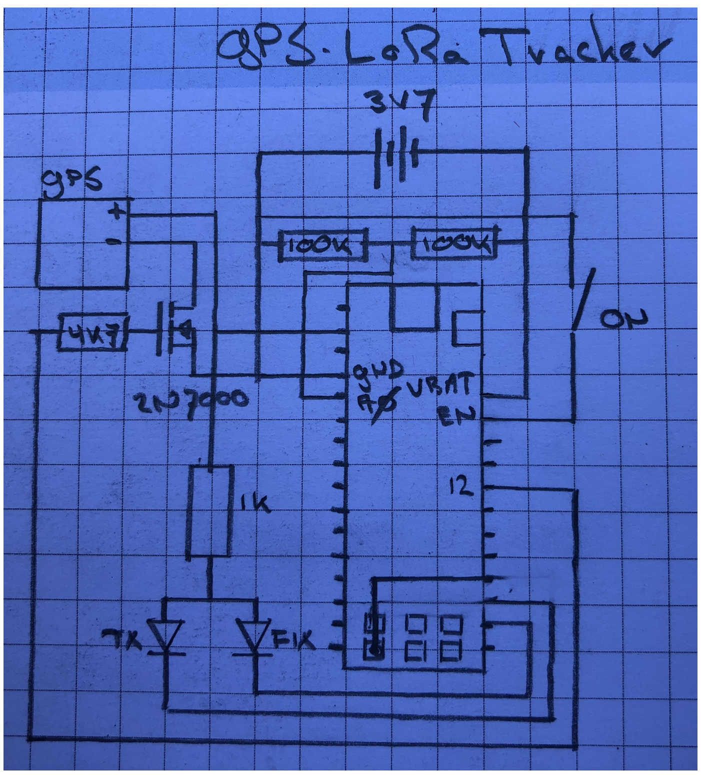
// LoRaWAN end-device address (DevAddr)
static const u4_t DEVADDR = { 0x260111E7 };
```

Met het knopje 👁 maak je in TTN de Network Session Key en App Session Key leesbaar.

Met het knopje 📋 aan het eind van de regels kan je de verschillende sleutels kopiëren en op de juiste plek in de sketch plakken.

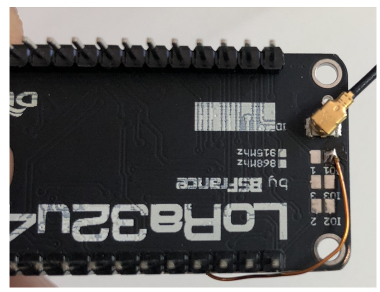
De LMIC code is ‘interrupt driven’. Dit betekent dat de LoRa module een interrupt kan afgeven aan de processor, waarop de processor gaat acteren. De LoRa module op de LoRa32u4 heeft 3 lijnen die als interrupt worden gebruikt: DIO0, DIO1 en DIO2. DIO0 zit op de print verbonden met D7 van de processor. DIO1 moet met een draadje worden doorverbonden met D6 van de processor. Onderop de 32u4 zitten 6 eilandjes waarvan nr I01 dient te worden verbonden met pin D6. DIO2 wordt niet gebruikt.

De TX van gps-module wordt verbonden met de RX van Serial1 van de LoRa32u4. De LoRa32u4 is voorzien van een LiPo lader. Je kunt dus een LiPo aansluiten op de LoRa32u4 en deze opladen via de USB-poort.



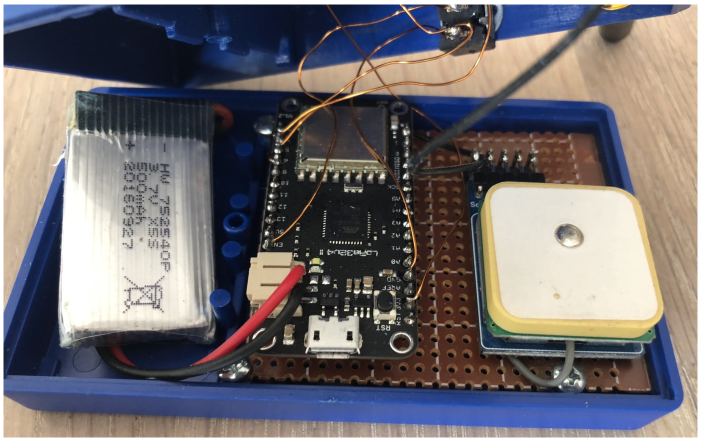
Schema van de tracker

De LoRa32u4 kan aan/uitgeschakeld worden met de ON-schakelaar als er een LiPo is aangesloten. Op een volledig opgeladen LiPo doet mijn tracker het 8 uur! Ik heb ook nog 2 leds aangesloten op de LoRa32u4. Beiden gaan gedurende ongeveer 10 seconden branden als je de tracker aan zet. Daarna gaan ze uit. De FIX led gaat branden als de GPS op zoek gaat naar een positie. De FIX en TX branden als er een baken wordt uitgezonden. De sketch kan op de bekende manier in de Arduino worden gebrand. Als je een foutmelding bij het programmeren krijgt, dien je op de resetknop te drukken voorafgaand aan het branden van de sketch in de Arduino.



Met de seriële monitor in de Arduino software kun je monitoren wat er vervolgens gebeurt. Het duurt een paar seconden voor de Arduino start, dit is opzettelijk gedaan om de kans te geven de serial monitor te activeren. Vervolgens wordt er gewacht op een FIX van de GPS ontvanger. Dit kan wel even duren en als je binnen zit kan het wel helemaal niet gebeuren. Zoek dan een plekje bij het raam, ga buiten staan of gebruik een externe GPS antenne. Als het helemaal goed is gegaan dan kan je nu in TTN jouw data zien, ga in het console in applicaties en klik op data. Je ziet hier de data binnen komen.

```
Connect to serial port/dev/cu.usbmodem14121 at115200
Starting
Wait for fix...................................................................................
52.05
4.48
1
VBat: 386
Sending
TX Complete
Wait for fix.
52.05
4.48
1
VBat: 429
Sending
```



De complete LoRa tracker



En zo ziet het er uit met gesloten deksel

Standaard maakt de LMIC library gebruik van 3 frequenties, 868.1, 868.3 en 868.5. Als je dus gebruik maakt van de eerder beschreven 1 kanaal gateway, zie je dus maar 1 op de 3 paketten voorbij komen. Dit is op zich prima, want je wilt niet alleen gebruik maken van jouw eigen gateway, maar ook van de overige gateways onderweg welke hopelijk wel echte gateways zijn. Mocht je je er toch aan storen dan kun je de sketch dwingen gebruik te maken van slechts 1 kanaal door dit

```
    LMIC_setDrTxpow(DR_SF9,14);
    //forceTxSingleChannelDr(1);
```

te veranderen in dit:

```
    //LMIC_setDrTxpow(DR_SF9,14);
    forceTxSingleChannelDr(1);
```

De 1 tussen de haakjes betekent dat kanaal 1 wordt gebruikt, dit is 868.3.

Een stukje verduidelijking.

We maken gebruik van TTN voor 2 processen:
1. *Als eindpunt waartegen onze gateway praat, tenminste als we die gebouwd hebben.*
2. *Als eindpunt waartegen onze node praat, de applicatie.*

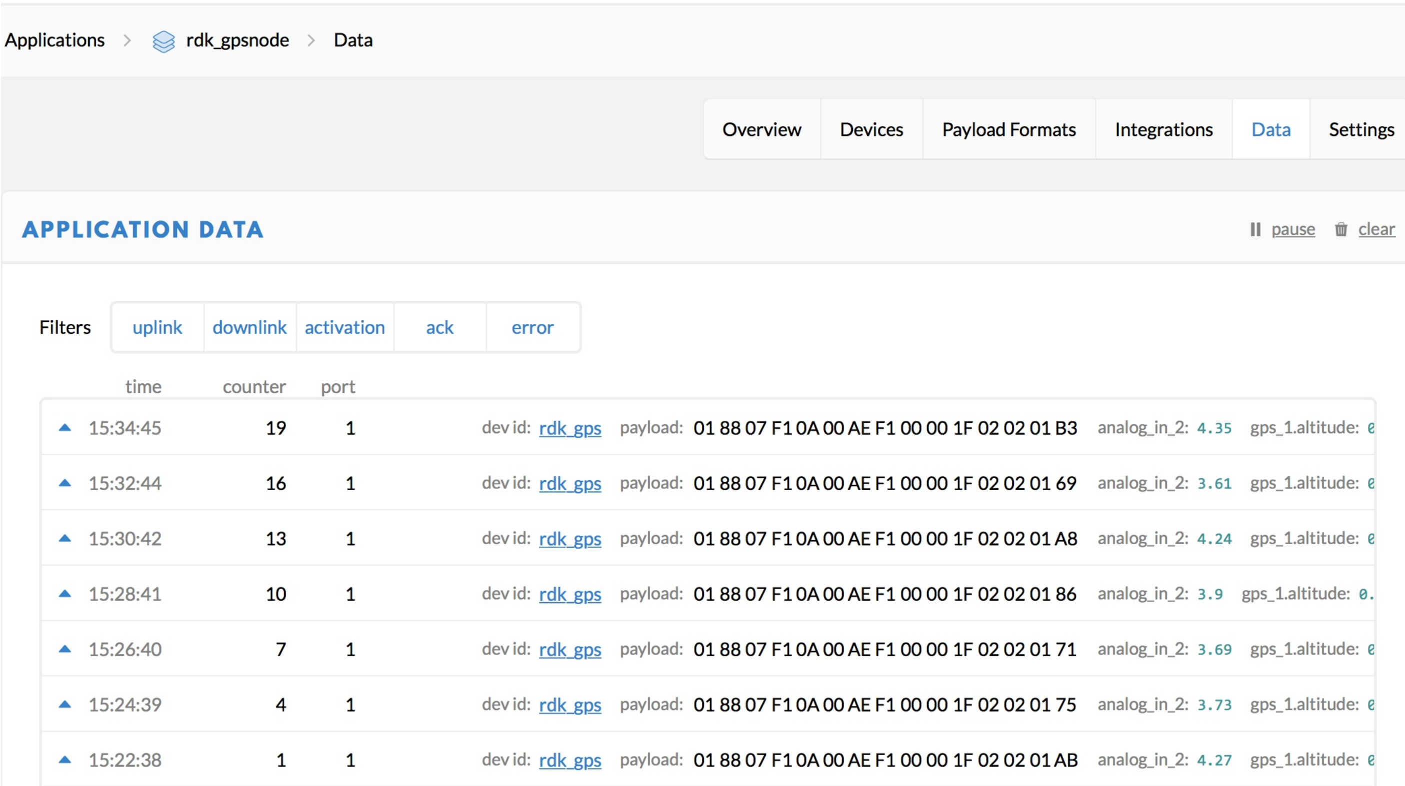
Beiden staan geheel los van elkaar. We vertellen de node dus NIET welke gateway te gebruiken. Een node praat tegen een applicatie in TTN, dat daarbij gebruik wordt gemaakt van een willekeurige of jouw eigen gateway doet niet ter zake voor het proces. Conceptueel is een gateway dan ook bedoeld voor publiek gebruik. De berichten welke over jouw gateway gaan zijn daarom ook niet leesbaar. Het leesbaar maken van de berichten gebeurt in de applicatie middels de sleutels App Session Key en Network Session Key.
Laat je hier dus niet door in verwarring brengen. Zodra je een gateway in de lucht hebt gebracht, kan en doe je hier dus niets anders mee dan zorgen dat die blijft draaien.

Behalve de positie verstuurt de tracker ook de snelheid en de batterijstatus.
Het is de bedoeling de tracker met batterij te gebruiken, daarom wordt de GPS na het verzenden van een baken uitgezet en weer aangezet als er een nieuw baken moet worden verzonden. De tijd tussen 2 bakens kan met maxLoop worden ingesteld:

```
const int wakeUpPin = 1;
const int maxLoop = 75;
bool moveDetected = false;
```

Elke loop duurt 4,1 seconden, dus 75 loops is iets meer dan 5 minuten. Als de snelheid echter boven de 1km komt, wordt het interval teruggebracht naar 4, dit is theoretisch 16 seconden maar het initialiseren, fixen etc kost ook rond de 25 seconden. Boven de 5km wordt de GPS niet meer uitgezet en wordt dus iedere 25-30 seconden een baken verstuurd.

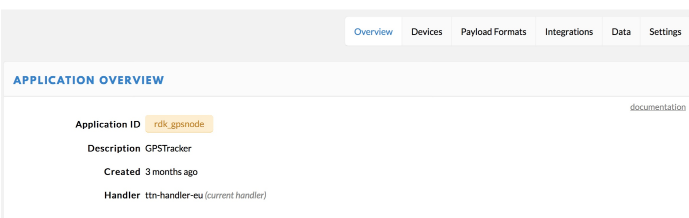
Met de spanningsdeler met de 2 100k weerstanden wordt bepaald of er extern 5V wordt aangeboden. Is dat het geval dan is de



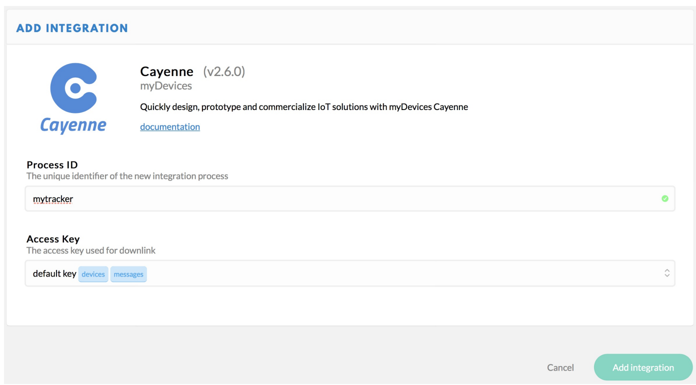
interval max 4 en wordt dus ongeveer elke minuut een baken uitgezonden.

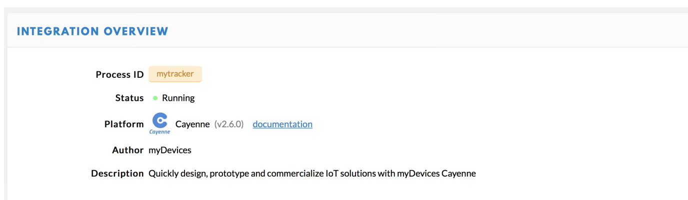
Het is leuk dat we nu een lijstje van data ontvangen in TTN, maar een presentatie op een kaart zou wel mooi zijn. Hierin is middels applicaties van een derde partij voorzien.

Ga in TTN naar jouw applicaties en klik op de betreffende applicatie. Je krijgt nu een overzicht van de gegevens van jouw applicatie. Klik vervolgens op Integrations en klik dan op add integration. Je krijgt nu een overzicht van mogelijke integraties.



Selecteer hier Cayenne.
Verzin een duidelijk Process ID en zet de Access Key op ‘**default key**’. Druk vervolgens op **Add integration**.
De data van deze applicatie wordt nu doorgestuurd naar Cayenne. Als je meerdere Nodes maakt en koppelt aan deze applicatie zal

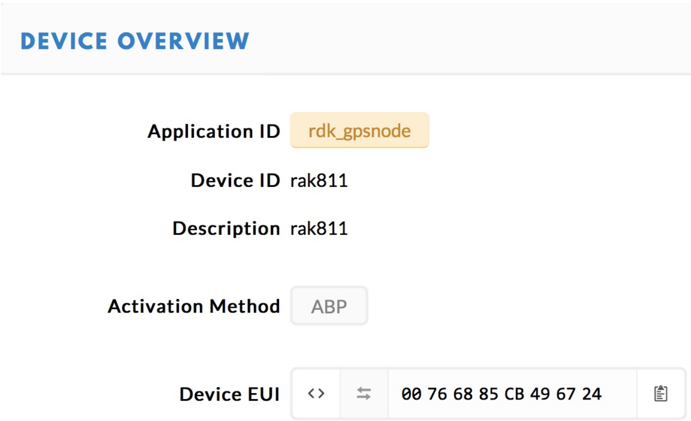




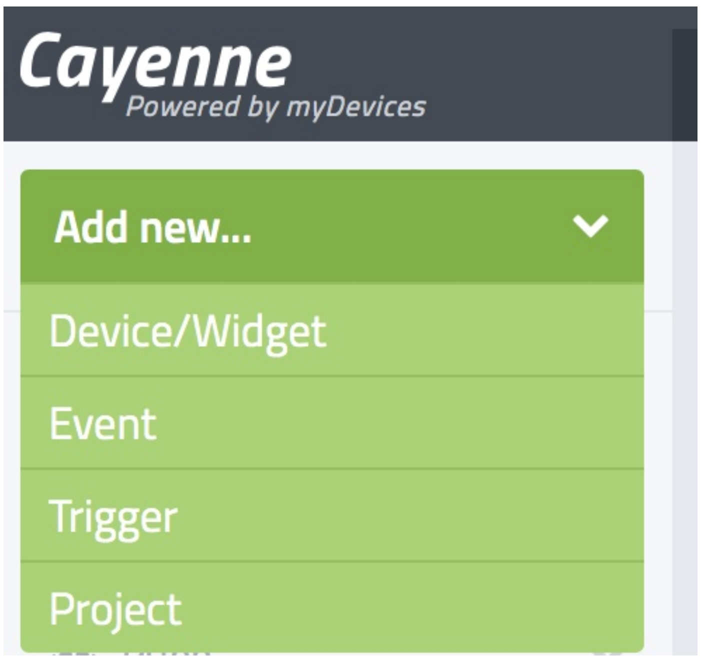
de data van alle nodes worden doorgestuurd naar Cayenne.

Klik vervolgens op **Devices**, klik op jouw device en kopieer het **Device EUI**. Ga nu naar de website https://mydevices.com/cayenne/lora/ en maak hier een account aan.

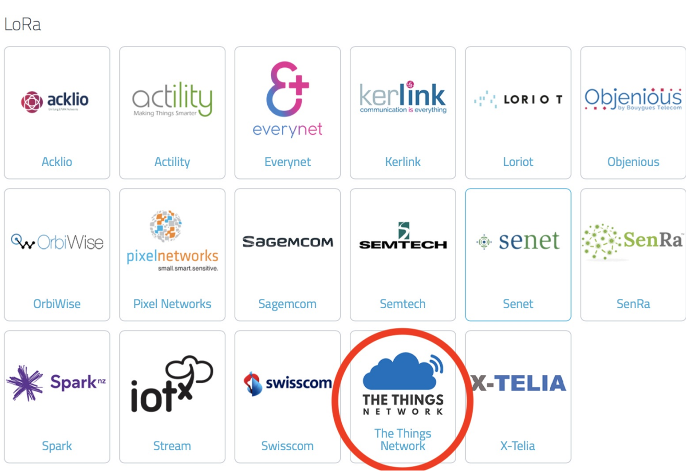
Cayenne is een website bedoeld om de informatie van devices van het internet of things zichtbaar te maken. Cayenne is in staat data te



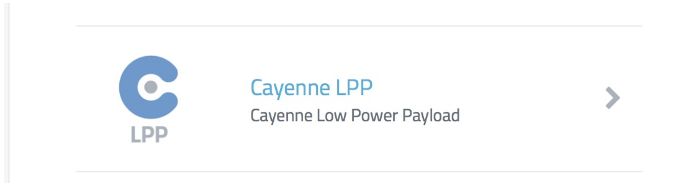
ontvangen van TTN in het LPP (Low Power Payload) formaat. Vandaar dus dat we bij het maken van de applicatie in TTN hebben aangegeven dat we gebruik maken van LPP.
Login op Cayenne en klik op **Add new** en vervolgens op Device/Widget.



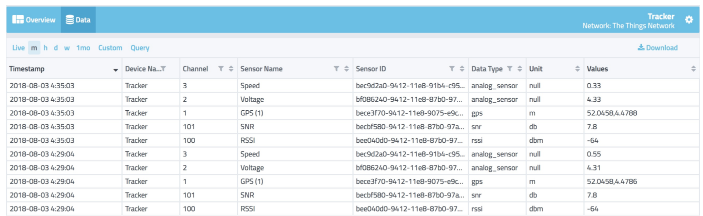
Selecteer onder LoRa ‘**TheThings Network**’:



en selecteer vervolgens in de lange lijst van mogelijke devices ‘**Cayenne LPP**’.

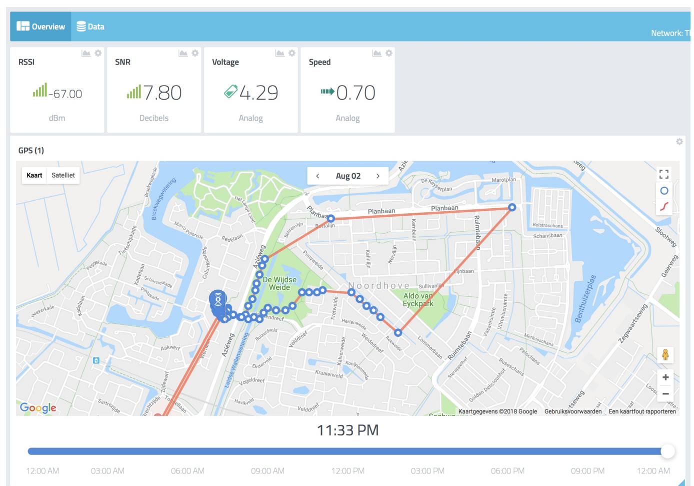


Vul nu rechts bovenin een naam in en kopieer het **DevEUI** van het device in. Het idee van een tracker is dat die beweegt, dus ‘**This device moves**’. Druk vervolgens op **Add device**. Cayenne doet nu de rest. Omdat Cayenne het LPP formaat herkent en hierin duidelijk is welke data wat is, kan het de gegevens in een fraai dashboard presenteren. In de tab data kun je de data zien.



Tracker
Network: The Things Network

Timestamp	Device Na...	Channel	Sensor Name	Sensor ID	Data Type	Unit	Values
2018-08-03 4:35:03	Tracker	3	Speed	bec9d2a0-9412-11e8-91b4-c95...	analog_sensor	null	0.33
2018-08-03 4:35:03	Tracker	2	Voltage	bf086240-9412-11e8-87b0-97...	analog_sensor	null	4.33
2018-08-03 4:35:03	Tracker	1	GPS (1)	bece3f70-9412-11e8-9075-e9c...	gps	m	52.0458,4.4788
2018-08-03 4:35:03	Tracker	101	SNR	becbf580-9412-11e8-87b0-97a...	snr	db	7.8
2018-08-03 4:35:03	Tracker	100	RSSI	bee040d0-9412-11e8-87b0-97...	rssi	dbm	-64
2018-08-03 4:29:04	Tracker	3	Speed	bec9d2a0-9412-11e8-91b4-c95...	analog_sensor	null	0.55
2018-08-03 4:29:04	Tracker	2	Voltage	bf086240-9412-11e8-87b0-97...	analog_sensor	null	4.31
2018-08-03 4:29:04	Tracker	1	GPS (1)	bece3f70-9412-11e8-9075-e9c...	gps	m	52.0458,4.4786
2018-08-03 4:29:04	Tracker	101	SNR	becbf580-9412-11e8-87b0-97a...	snr	db	7.8
2018-08-03 4:29:04	Tracker	100	RSSI	bee040d0-9412-11e8-87b0-97...	rssi	dbm	-64



Achtergrondinformatie over GPS2LoRaWAN.ino

De setup initialiseert de communicatie met LMIC en de 2 seriële poorten. Het prettige van de 32u4 is dat deze 2 seriële poorten kent, 1 via de USB welke wordt gebruikt voor debugging en de tweede welke wordt gebruikt voor de communicatie met de GPS ontvanger. We hebben de ontvanger niets te vertellen, dus is het afdoende de TX van de GPS aan te sluiten op de RX van RS232/1 van de Arduino.

In de loop wordt allereerst gewacht op een valide GPS signaal en een fix. Deze wordt opgestuurd via LoRa. Afhankelijk van de gemeten snelheid wordt vervolgens de 32u4 in slaap geholpen en de GPS uitgezet. Het verbruik van de schakeling bedraagt nu nog 350uA.

De slaapduur is afhankelijk van gemeten snelheid. Het nadeel hiervan is dat als er 5 minuten wordt geslapen, het ook 5 minuten kan duren voor de tracker in de gaten heeft dat die beweegt. Liever zouden we de slaaptijd nog groter maken om de batterij te sparen maar daarvan wordt het nadeel ook groter. Daarom kan de tracker ook worden gewekt door een interrupt op int0 (pen D3). Hierop zou je bijvoorbeeld een bewegingssensor kunnen aansluiten of een drukknop. Het te versturen LPP bericht wordt gebouwd in de functie **do_send**.

Achtergrondinformatie over het LPP bericht

Een LPP bericht is vrij simpel. Er kunnen in een bericht meerdere meetwaardes achter elkaar worden gezet. Een meetwaarde bestaat uit:

- 1 byte voor het volgnummer
- 1 byte voor het soort meting (0 = digitale waarde, 2 = analoge waarde, 103 = temperatuur, 104 = humidity, 115 = luchttdruk, 136 = GPS)
- 1 of meer bytes voor de gemeten waarde.

Bij het doorsturen van het bericht van TTN naar Cayenne voegt TTN nog een aantal waardes toe: 100=RSSI en 101=SNR.

Het is toegestaan om bijvoorbeeld meerdere temperaturen te versturen, als ze maar een uniek volgnummer binnen een bericht hebben.

Zie ook hier.

Hoe nu verder

Met wat creativiteit kun je met de bovenstaande informatie allerlei soorten nodes bouwen en de data hiervan in een dashboard beschikbaar maken.

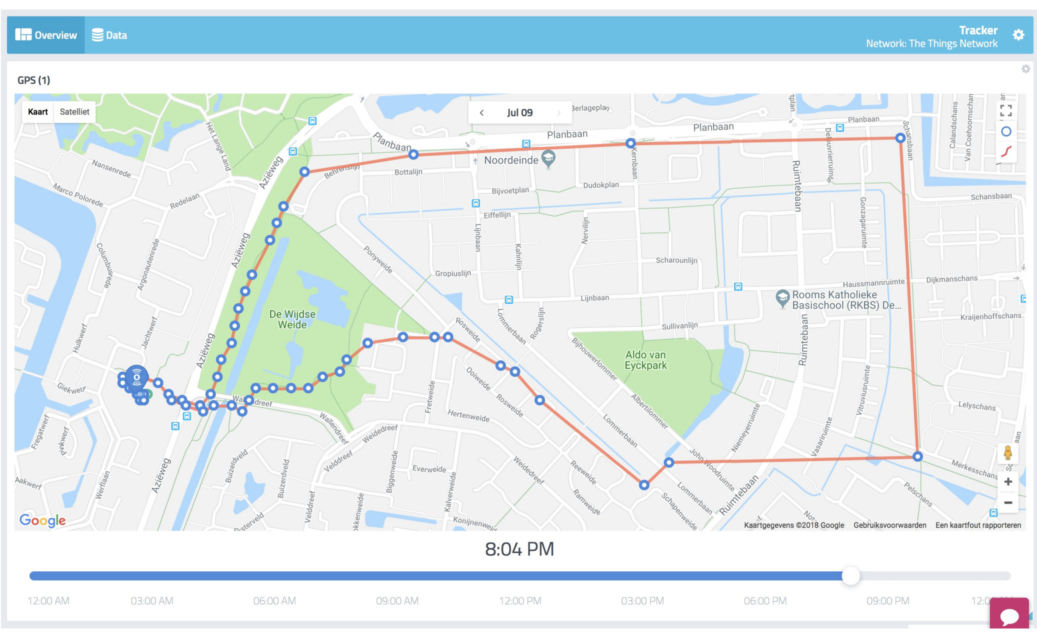
Momenteel ben ik bezig met het bouwen van een weerstation, ik hoor het graag als er andere leuke en/of bruikbare ideeën voor een node zijn.

Het is mij ook gelukt de informatie van de tracker te gebruiken als een APRS tracker en te presenteren op APRS.FI.

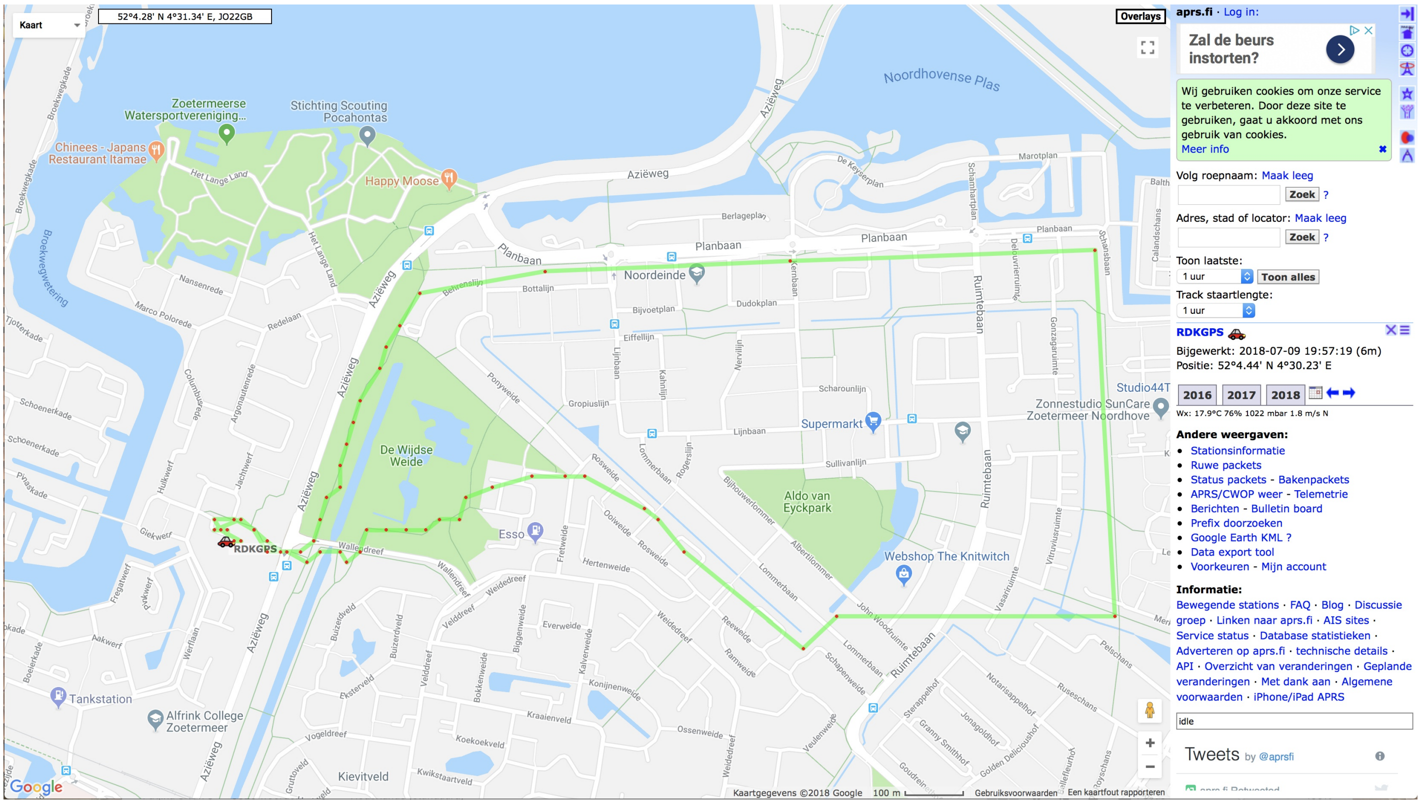
In een volgend artikel zal ik het weerstation beschrijven en uit de doeken doen hoe de tracker op APRS.FI zichtbaar te maken.

Er bestaan ook hele leuke modules, uiteraard te koop bij Ali, met een ESP32 processor, WiFi, Bluetooth (BLE) en LoRa aan boord. Wellicht ga ik daar ook nog wel een artikel aan wagen.





Dit zijn de gegevens zoals ze zichtbaar zijn op de kaart bij TheThingsNetwork. De data afkomstig van de GPS wordt via LoRa verzonden en op de kaart gezet.



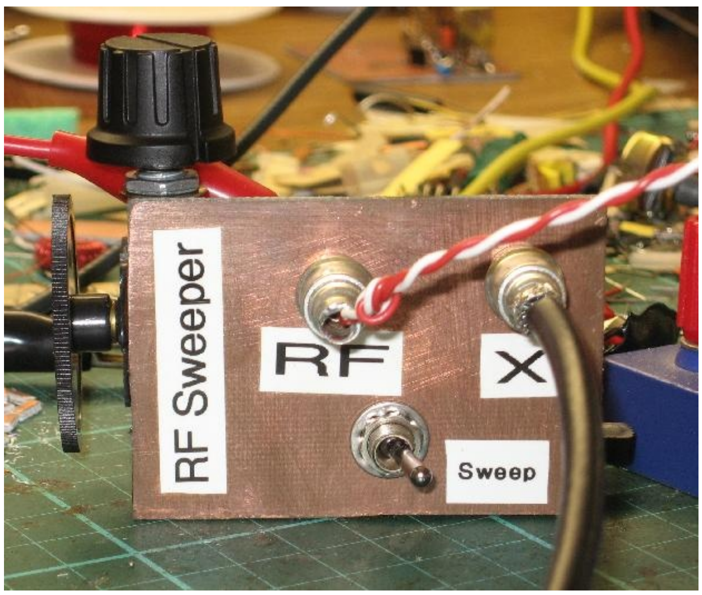
Dezelfde informatie, maar nu zichtbaar gemaakt op aprs.fi

HF Sweep generator

Alan Yates, VK2ZAY

Met dit eenvoudige hulpmiddel neemt het aantal projecten wat je kunt ondernemen, aanzienlijk toe. Het is dan ook zeer aanbevelenswaardig om dit ontwerpje te bouwen, of iets wat erop lijkt. Zonder dit soort hulpmiddelen is het bouwen van bijvoorbeeld een kristal ladder filter zo goed als onmogelijk. Daarnaast zijn er nog andere toepassingen, zoals het doormeten van middenfrequent strips, filters, en zelfs antennes, met de hulp van een eenvoudige weerstandsbrug.

Ik wilde al langer een HF sweeper bouwen: vooral het ontwerp van VK5BR staat nog steeds op mijn lijstje. Dat is een elegant ontwerp met gecalibreerde breedte en externe generator menging. Maar het ontwerp van JF1OZL is veel eenvoudiger om te bouwen: ik had er maar 2 uur voor nodig om mijn versie in elkaar te bakken. Ondanks een paar nadelen die ik straks zal



bespreken, is dit tot nu toe een van mijn meest bruikbare testapparaten.

Het hart van de schakeling bestaat uit een VCO gebaseerd op een standaard JFET Hartley

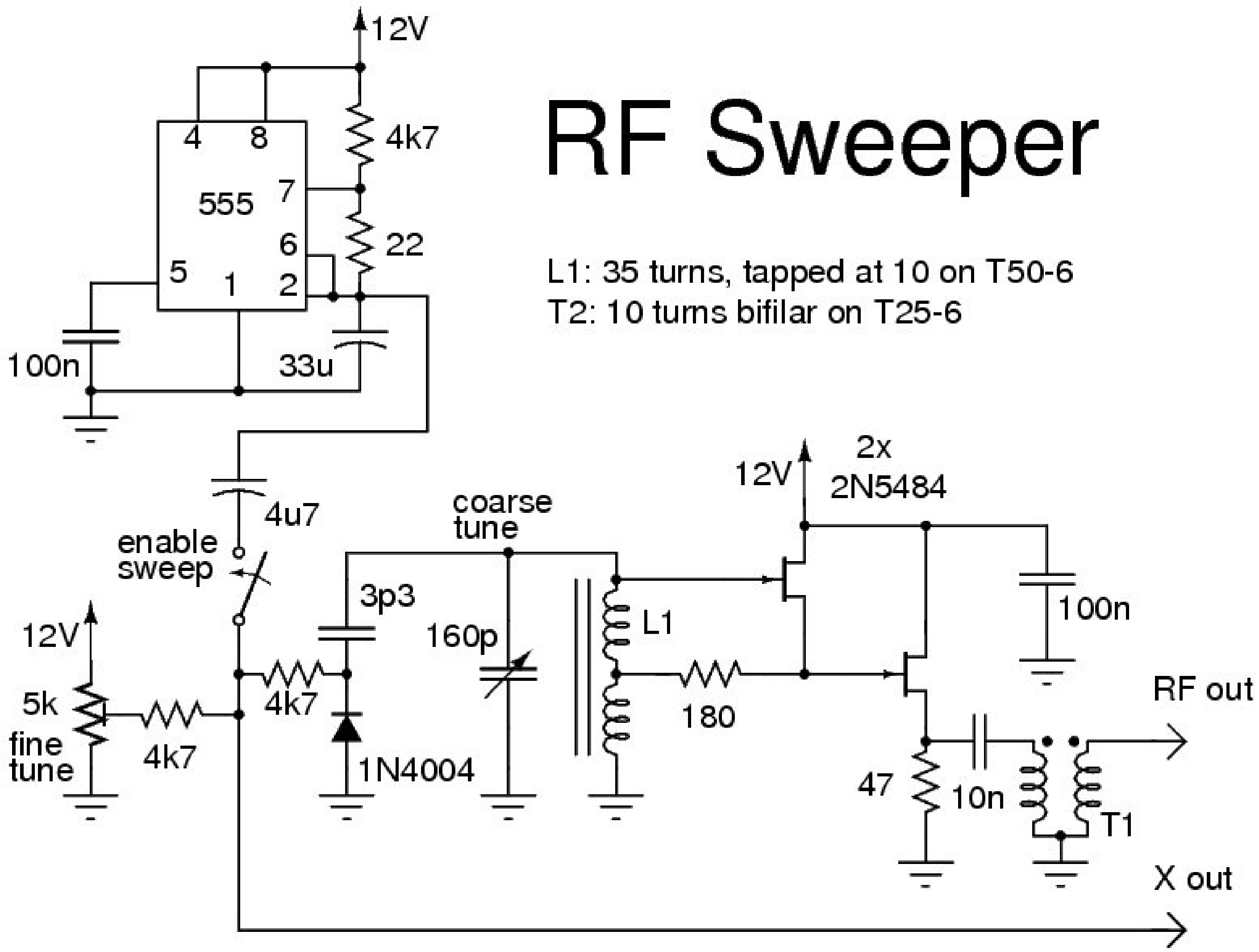
oscillator. De oscillator is één keer gebufferd met een tweede JFET en het signaal wordt uitgekoppeld via een bifilaire transformator. De VCO functionaliteit is gerealiseerd met een varicap diode, en de tijdbasis bestaat uit het simpele 555 timer IC.

Ik gebruikte een 1N4004 als "varicap" diode, en 2N5484 FETs. Een plastic AM-radio afstemcondensator wordt voor de afstemming gebruikt. JF1OZL gebruikt een potmeter voor de fijnafstemming, maar alleen als het signaal niet gesweeped wordt. Ik maakte de mijne zodanig dat hij altijd de varicap aanstuurt, en voer het tijdbasis signaal toe via een condensator zodat de frequentie om het punt heen zwaait dat met de potmeter gekozen is als instelspanning voor de varicap. Dat heeft uiteraard gevolgen voor de lineairiteit en de grootte van de zwaai, maar in de praktijk werkt deze combinatie best goed.

Mijn versie stemt af van 4,5 - 13.7 MHz met de aangegeven waarden.

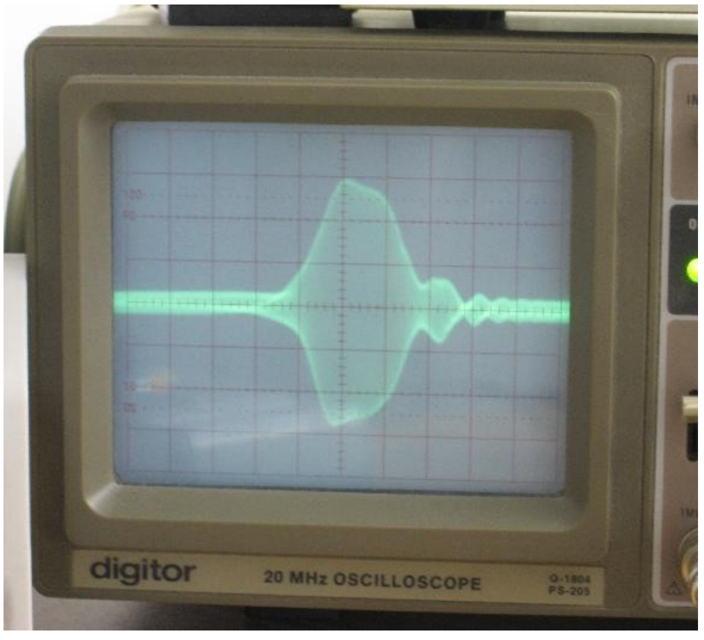


Opbouw op dubbelzijdig printplaat



Wil je de zwaai instelbaar maken, of sowieso een grotere zwaai, dan kan je de 3p3 koppelcondensator vervangen door een trimmer. Heb je een kleinere zwaai nodig dan te bereiken is met de minimum capaciteit van je trimmer, zet dan een 5k potmeter tussen het tijdbasissignaal zodat je de amplitude kunt regelen voordat deze aangeboden wordt aan de varicap. (Je kunt ook gewoon de 3p3 koppelcondensator vergroten en de zwaai alleen regelen met de amplitude van het tijdbasissignaal. En je zou het regelbereik van de DC fijnafstemming kunnen beperken om de varicap in een redelijk lineair gebied in te kunnen stellen). Helaas is de potmeter niet te calibreren in zwaai, omdat de effectiviteit van de varicap varieert met de instelling van de afstemcondensator. Je zou een vaste frequentie voor de generator kunnen kiezen en een mixer aan de uitgang toevoegen zodat je net zoiets krijgt als de VK5BR sweeper, waardoor je de zwaai wel zou kunnen calibreren.

Ik heb er geen uitgang voor een frequentieteller op gemaakt. In plaats daarvan tak ik doorgaans een 12 dB verzwakkertje af op het 6 dB punt en voer dat aan de teller toe. Als ik 'm opnieuw opbouw, zet ik er waarschijnlijk een extra buffer achter en gebruik die voor de teller.



Hier zie je het resultaat van een 11,98 MHz kristalfilter dat ik met deze schakeling aan het afstemmen was. De -20 dB bandbreedte is ongeveer 4,5 kHz. Je kunt dat vaststellen door de sweep uit te zetten en de fijnafstemming te gebruiken om de oscillator met de hand door het banddoorlaatfilter heen te draaien. In combinatie met een frequentieteller (en het is handig om het signaal te beluisteren op een HF ontvanger) kan je het uitgangssignaal aflezen en de bandbreedte van de schakeling meten.

Beperkingen

De terugslag van de zaagtand kan een probleem zijn, waardoor je plaatje op de scoop vervuilt. Ik denk dat een blanking schakeling dat wel op kan lossen, en dat kon wel eens makkelijk te realiseren zijn door de uitgang van pin 3 van de 555 te nemen en die te gebruiken om de HF uitgang te schakelen (naar de te meten schakeling toe) of het signaal dat naar de Y-ingang van de scoop gevoerd wordt (de uitgang van de te meten schakeling. Ik zou de HF uitgang schakelen -CNO)

De buffering van de oscillator is onvoldoende. De belasting kan de oscillator opzij trekken, en soms behoorlijk opzij. Kristalfilters bijvoorbeeld staan erom bekend dat ze de oscillator zo hard opzij trekken dat deze gewoon weigert af te stemmen als gevolg van de serieresonantie van het filter. De oscillator springt dan meer dan 1 kHz over het "kortsluit" gebied van het filter, zowel links als rechts, hoe precies je ook probeert af te stemmen. Dit is heel duidelijk, zelfs met een 12 dB verzwakker tussen generator en het filter. Gelukkig is dit makkelijk op te lossen, en daarvoor is mijn gekke keuze voor een Tx-6 kern voor de uitgangstransformator voornamelijk verantwoordelijk. Dit moet een FTx-43 ferrietkern zijn, geen poederijzerkern. Maar de buffering moet verbeterd worden, waarschijnlijk door het toevoegen van een extra trap, bij voorkeur met een FET en een interne verzwakker.

Het beeld is niet lineair. De golfvorm van de tijdbasis is 1e orde exponentieel omdat de eenvoudige 555 timerschakeling de condensator laadt via een constante spanningsbron. Je zou een betere tijdbasis kunnen maken met een

constante stoombron (zeg maar een op-amp driehoekgenerator of een FET stroombron relaxatie oscillator). Dat zou het beeld verbeteren doordat er dan een lineaire scan ontstaat. Maar dat is slechts de helft van het probleem: de "varicap" is in de verste verte niet lineair, helemaal niet voor brede scans. Dat kan verbeterd worden door zorgvuldig instellen van de diode in kwestie nadat zijn karakteristiek is vastgelegd, en door relatief kleine spanningsafwijkingen te gebruiken om in de buurt van lineaire V/C (spanning/capaciteit) karakteristieken te komen. Het moge duidelijk zijn dat de rest van de schakeling dan aangepast moet worden om dat allemaal mogelijk te maken. Ik neem alleen de niet-lineairiteit onderhanden, omdat ik over het algemeen naar het plaatje kijk, en niet naar de absolute zwaai.



Afdelingsnieuws

Komt er dit jaar weer een BBQ? Dat was de vraag die ons de afgelopen weken bezig heeft gehouden. Probleem 1 was de locatie. Waar we vroeger over het onderkomen van de scouting konden beschikken, is dat nu niet meer mogelijk. Althans niet met de middelen die we toen ter beschikking hadden. Nou was dat probleem nog wel op te lossen, maar een tweede probleem was de datum. De enige datum die in alle agenda's beschikbaar was, was 22 september. En laat dat nou de dag van radiobeurs de Lichtmis zijn. Dat was uiteindelijk niet te matchen. Dus we moeten de BBQ dit jaar laten schieten, hoe jammer we dat ook vinden. (Laat ons trouwens eens weten of je een BBQ op prijs stelt). Volgend jaar zullen we wat verder van tevoren plannen. Beloofd...

Afdelingsbijeenkomsten

De R komt weer in de maand, en dat betekent dat we weer gaan beginnen. We kijken terug op een warme zomer met zeer wisselende condities. Toch is het wel gelukt om de vakantiegangers op 40m met enige regelmaat te werken. En nu bijna iedereen weer terug is, pakken we de draad weer op. Op woensdag 12 en woensdag 26 september zijn er weer afdelingsbijeenkomsten van de Radio Amateurs Zoetermeer. De 12e is de eerste bijeenkomst van die maand, en dan zal de QSL-manager er weer zijn om de kaarten uit te wisselen. Vanaf 20:00 is iedereen weer welkom in ons clubhuis van de Minigolf Zoetermeer in het Vernède sportpark. We hopen jullie allemaal weer te zien!